

Autonomna cestovna vozila

Jukić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:151839>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

LUKA JUKIĆ

AUTONOMNA CESTOVNA VOZILA

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024 godina.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**AUTONOMNA CESTOVNA VOZILA
AUTONOMOUS ROAD VEHICLES**

**ZAVRŠNI RAD
BACHELOR THESIS**

Kolegij: Održiva logistika

Mentor: prof. dr. sc. Edvard Tijan

Komentor: izv. dr. sc. Saša Aksentijević

Student/studentica: Luka Jukić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 01120881102

Rijeka, lipanj 2024.

Student: Luka Jukić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 01120881102

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom „Autonomna cestovna vozila“, izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Edvarda Tijana, te komentorstvom izv. prof. dr. sc. Saše Aksentijevića.

U radu sam primijenio metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao sam i povezao s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student



(potpis)

Student: Luka Jukić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 01120881102

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student



(potpis)

SAŽETAK

Ovom završnom radu cilj je opisati tehnologije autonomne vožnje uključujući njezin način rada, komponente, ulogu vozača, kao i pregled prilika i izazova povezanih s autonomnim vozilima. U početku se opisuje povijest, razvoj i porijeklo autonomnog vozila, kao i početni koncepti iza takvog vozila. Slijedi definicija pojma autonomnog vozila uz objašnjenje trenutnih razina automatizacije. Posebna pažnja posvećena je ugrađenim pametnim sustavima i uređajima, koji omogućuju vozilu da se samostalno kreće predviđenom rutom, poštujući sva pravila vožnje. Raspravlja se o zakonskoj regulativi i zakonima koji se odnose na autonomnu vožnju jer je ova industrija relativno nova i podložna stalnim izmjenama zakona. Komunikacijski sustavi su bitan dio ove teme jer s pomoću njih vozilo komunicira s okolinom (pješaci, infrastruktura, vozila) te su stoga sastavni dio sigurnosti na cesti. Zaključak je da će se cijela automobilska industrija, s godinama, sve više okretati prema razvoju autonomnih vozila, a kompanije poput Googlea i Amazona već ulažu u razvoj potpuno autonomne robotaksije taksije Waymo i Zoox.

Ključne riječi: automobilska industrija, autonomno vozilo, komunikacijski sustavi, razine automatizacije.

SUMMARY

This final paper aims to describe the technologies of autonomous driving including its functioning, components, the role of the driver, as well as an overview of the opportunities and challenges associated with the autonomous vehicles. Initially, the history, development, and origin of the autonomous vehicle are outlined, so are the initial concepts behind such a vehicle. Definition of the term autonomous vehicle follows along with the explanation of the present levels of automation. Special attention is given to the embedded smart systems and devices, that enable the vehicle to move independently along the forecasted route, respecting all driving rules. Legal regulations and laws related to autonomous driving are discussed, as this industry is relatively new and subject to constant changes in the law. Communication systems are an essential part of this topic because the vehicle communicates with the environment (pedestrians, infrastructure, vehicles), therefore they are an integral part of the road safety. The conclusion is that the entire automotive industry will, over the years, turn more and more towards developing autonomous vehicles, and companies such as Google and Amazon are already investing in fully autonomous robotaxis Waymo and Zoox.

Keywords: automotive industry, autonomous vehicle, communication systems, levels of automatization.

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	II
SADRŽAJ	III
1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada	2
1.2. Metode istraživanja i izvori podataka	2
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	2
2. POVIJEST AUTONOMNIH VOZILA.....	3
3. AUTONOMNA VOZILA	6
3.1 RAZINE AUTONOMIJE.....	6
3.2 PREDNOSTI AUTONOMNIH VOZILA.....	8
3.3 NEDOSTACI AUTONOMNIH VOZILA	8
4. PAMETNI SENZORI I SUSTAVI U AUTONOMNIM VOZILIMA	10
4.1 PAMETNI SENZORI	10
4.2 PAMETNI SUSTAVI	13
4.2.1 <i>Autopilot</i>	13
4.2.2 <i>Sustav predviđanja sudara</i>	14
4.2.3 <i>5G mreža u vozilima</i>	15
5. ZAKONSKA I PRAVNA REGULATIVA AUTONOMNIH VOZILA ..	16
5.1 ODGOVORNOST U NESRETNIM SLUČAJEVIMA	17
5.2 PRAVILA PRILIKOM TESTIRANJA ADS-A.....	18
6. KOMUNIKACIJSKI SUSTAVI V2X	19
6.1 KOMUNIKACIJA IZMEĐU VOZILA (V2V)	21
6.2 KOMUNIKACIJA IZMEĐU VOZILA I PJEŠAKA (V2P)	22
6.3 KOMUNIKACIJA IZMEĐU VOZILA I INFRASTRUKTURE (V2I)	23
7. RAZVOJ AUTONOMNIH SUSTAVA I VOZILA U BUDUĆNOSTI....	24
7.1 UTJECAJ AUTONOMIJE NA OKOLINU	24
7.2 POTICANJE SIGURNIJEG, UDOBNIJEG I EKOLOŠKI PIHVATLJIVIJEG NAČINA PRIJEVOZA	25
8. WAYMO I ZOOX ROBOTAKSIJI.....	27

8.1 UREĐAJI NA WAYMO AUTOMOBILU	28
8.2 WAYMO KAO TAKSI VOZILO I DOSTAVA HRANE.....	28
8.3 ZOOX ROBOTAKSI.....	29
9. ZAKLJUČAK.....	31
LITERATURA	35
KAZALO KRATICA.....	39
POPIS SLIKA	40

1. UVOD

Automobilska industrija se ubrzano razvija i doživljava brzi napredak, potaknut tehnološkim inovacijama, promjenjivim preferencijama potrošača i težnjom prema održivosti. Takva vrsta promjene ne mijenja samo način na koji su vozila dizajnirana i proizvedena, već i način na koji rade i komuniciraju s okolinom. Od razvoja električnih vozila do integracije sofisticiranih sustava za autonomnu vožnju, industrija napreduje neviđenom brzinom. Tvrtke sve više ulažu u istraživanje i razvoj kako bi poboljšale performanse vozila, sigurnost i povezanost. Brzina ovih poboljšanja ubrzava prijelaz prema budućnosti u kojoj su automobili pametniji, čišći i učinkovitiji, signalizirajući značajnu promjenu u globalnom prijevozu. Tehnologija se sve više razvija i primjećuje se sve veća implementacija umjetne inteligencije u vozila te se samim tim pokušava dostići peta razina autonomnog vozila. Uz nju se naravno koriste i razni uređaji te senzori koji služe za navigaciju, kao i za donošenje odluka prilikom vožnje bez potrebe za vozačem. Nadalje, ovakva tehnologija ima potencijal smanjiti broj prometnih nesreća, što je jedan od glavnih ciljeva prometa, a očekuje se da će pridonijeti sigurnosti, smanjenju gužvi i poboljšanju dostupnosti prijevoza za sve korisnike. Ljudska pogreška vodeći je uzrok prometnih nesreća u cijelom svijetu i čini više od 90 % nesreća. Čimbenici kao što su smanjena koncentracija prilikom vožnje, umor, lošija sposobnost predviđanja prometnih situacija te ograničeno vrijeme reakcije značajno doprinose ovoj statistici.. Ako većina ili sva vozila dosegnu petu razinu, prijevoz će biti sigurniji za sve. Takva se vozila ne umaraju, ništa im ne odvlači pažnju, ne piju alkohol i ne krše prometna pravila te razmišljaju brže nego ljudi. Pametni sustavi programirani su da se strogo pridržavaju prometnih zakona, reagiraju na promjene u okolišu i donose odluke na temelju podataka i algoritama, a ne emocija ili fizičkih ograničenja. Kao rezultat toga, dosljedno i predvidljivo ponašanje autonomnih vozila može uvelike smanjiti pojavu nesreća uzrokovanih ljudskim pogreškama. Međutim, razvoj i implementacija ove tehnologije suočava se s mnogim izazovima. Prije nego što autonomni automobili postanu uobičajena pojava, moraju se riješiti tehnička pitanja, poput pouzdanosti senzora u različitim vremenskim uvjetima, kao i regulatorne i etičke dileme, uključujući pitanja odgovornosti i privatnosti. Unatoč ovim izazovima, autonomna vozila smatraju se ključnima za budućnost prijevoza, s potencijalom da promjene ne samo način na koji se krećemo, već i urbanu infrastrukturu i energetske učinkovitost.

1.1. Predmet i cilj rada

Predmet ovog rada jest proučiti sam model autonomnog vozila, uređaje i tehnologije koje takvo vozilo koristi te saznati svrhu takvog vozila na cesti. Cilj je istaknuti prednosti i nedostatke te na temelju njih predvidjeti moguće zahtjeve po pitanju proizvodnje takvih vozila, pravne regulative i puštanje u promet istih. Obraća se posebna pozornost na sigurnost prilikom vožnje, uklanjanje samog vozača u potpunosti, odnosno postizanje što veće razine automatizacije.

1.2. Metode istraživanja i izvori podataka

Prilikom istraživanja proučavat će se literatura koristeći relevantne izvore podataka koji će obuhvaćati znanstvene članke kao i publikacije relevantnih institucija koristeći internetske stranice za pronalaženje istih, a koristeći takvu literaturu steći će se uvid u izazove prilikom realizacije puštanja autonomnih vozila u promet.

1.3. Sadržaj i struktura rada

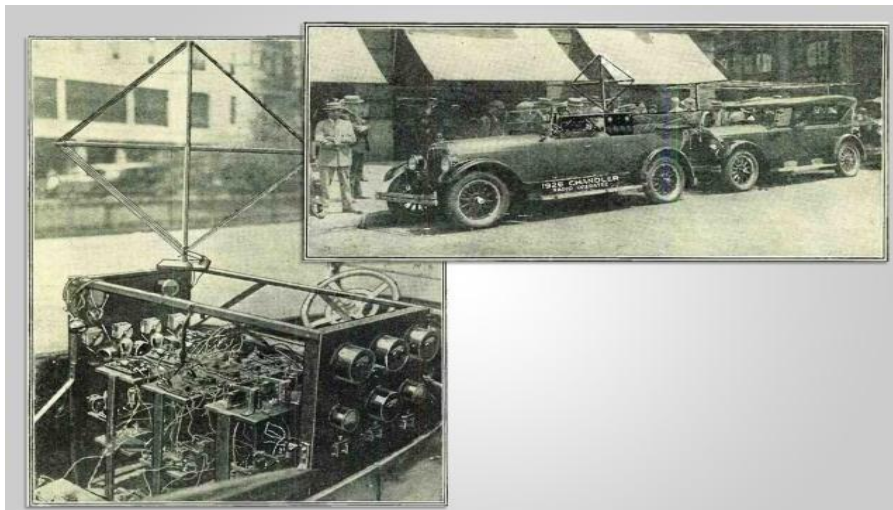
U ovom radu se na početku kroz prva dva poglavlja prolazi kroz povijest i nastajanje prvih autonomnih vozila te otkrivanje prvih ideja o takvoj tehnologiji. Treće i četvrto poglavlje objašnjavaju razine autonomije te neke od prednosti i nedostataka u proizvodnji i korištenju, odnosno spominju se pametni uređaji koji se nalaze u autonomnom vozilu te sustavi koji se koriste. U petom poglavlju slijedi zakonska i pravna regulativa, dok se u šestom poglavlju navode i objašnjavaju komunikacijski sustavi. Sedmo i osmo poglavlje bavi se razvojem autonomnih sustava u budućnosti te se navodi i opisuje postojeće potpuno autonomno vozilo u svijetu.

2. POVIJEST AUTONOMNIH VOZILA

Autonomna vozila se mogu uz pomoć raznih senzora kretati samostalno, a da pri tome vozač ima ograničen utjecaj ili ga uopće nema. Uz prepoznavanje okoline, do izbjegavanja svih opasnosti na cesti te naravno poštivanjem zakona, navigiraju kroz promet odnosno od ishodišta do određene destinacije.

Prve korake u autonomnosti vozila napravio je Francis P. Houdine u New Yorku 1925. godine. On je modificirao postojeće vozilo marke Chandler, nazvano „američko čudo“, tako da preko antene prima radio signale i tako mu omogući upravljanje vozilom. Da bi to funkcioniralo, daljinski upravljač je trebao biti u blizini pa se tako Houdine nalazio u automobilu odmah iza Chandlera. Daljinskim se upravljačem mogla kontrolirati brzina vozila, smjer pa čak i truba. Njegov pokušaj je bio zanimljiv, ali je završio tako što je njegovo modificirano vozilo udarilo u vozilo na cesti prilikom vožnje. Iako je završio neslavno, možemo utvrditi da je njegov pokušaj daljinskim upravljanjem vozila bio pokretnica jednog novog i zanimljivog dijela u razvoju automobila.

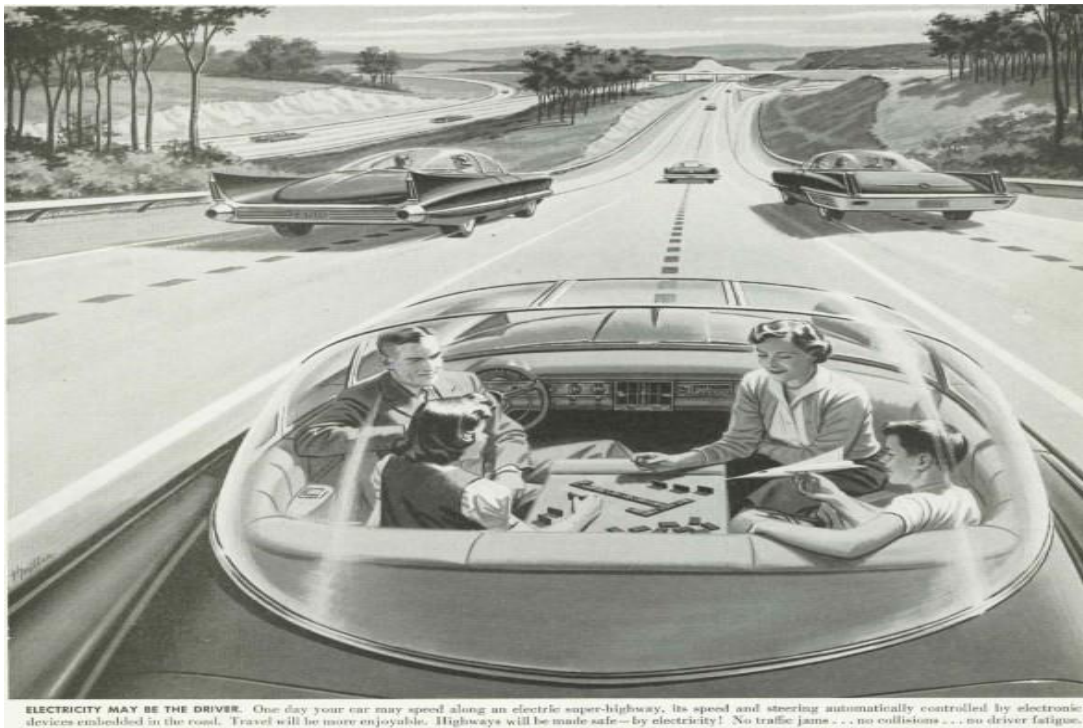
Slika 1. Prvo autonomno vozilo „Chandler“



Izvor: Turi, J.: A new age of transportation is upon us and its self-driving, 15.08.2015., <https://www.engadget.com/2015-08-15-the-history-behind-self-driving-cars.html> (27.05.2024)

Nastavljaju se istraživanja autonomnih vozila, a glavna ideja je da se ukloni daljinsko upravljanje. Novi dizajn predstavljen je na sajmu u New Yorku 1939. godine, čiji se osnivač General Motors. Oni su imali viziju kako će SAD izgledati za dvadeset godina, odnosno kako će se priroda zamijeniti velikim neboderima i autocestama. Norman Bel Geddes je, kao dizajner paviljona, napravio i autonomno vozilo koje je bilo navođeno elektromagnetskim poljima, a plan je bio da se u kolnik ugrade metalni oblici koji bi kreirali elektromagnetska polja. General Motors je do 1958. godine čak i realizirao ovaj projekt. ¹

Slika 2. Kako se 1950-ih zamišljalo autonomno vozilo



Izvor: Weber, M.: Where to? A history of autonomous vehicles, 05.08.2014., CHM, <https://computerhistory.org/blog/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles/?key=where-to-a-history-of-autonomous-vehicles> (31.05.2024.)

Kako su se vozila s radijskim upravljanjem sama po sebi u konačnici pokazala neadekvatna, počelo se razmišljati o drugim načinima upravljanja vozilom. 1957. godine u SAD-u, u saveznoj državi Nebraska, proveden je eksperiment u kojemu je automobil marke Chevrolet vođen žičanim namotajima koji su se nalazili ispod kolnika. Državni prometni inženjer Leland Hancock osmislio je metodu i angažirao proizvođača elektronike RCA da mu pomogne u pokušaju automatizacije vozila. Taj koncept je bio inspiriran djelomično onim iz

¹ Zaro, D.: Autonomna vozila u logistici, Rijeka, 2023., <https://zir.nsk.hr/islandora/object/pfri%3A3719/datastream/PDF/view> (27.05.2024.)

1939. godine o budućnosti bez vozača koji je osmislio Norman Bel Geddes. Prilikom demonstracije, predstavnik RCA-a koristio je zavojnice ispod ceste. Kako bi se dokazalo da je automobil vođen zavojnicama i radio prijenosom, vjetrobransko staklo je bilo zatamnjeno. Hancock je vjerovao da bi ovo bila održiva metoda upravljanja bez vozača, ali su se troškovi i napor u postavljanju žice za navođenje pokazali nepremostivom preprekom. Godine 1977. Japanci su otišli korak dalje pa su tako izmislili sustav kamera koji je prenosio podatke na računalo za obradu slika ceste. Međutim, ovo vozilo moglo se kretati brzinama ispod 32 km/h. Bolji pokušaj imali su Nijemci deset godina kasnije, te su uspjeli postići brzinu od 90 km/h. Kako se tehnologija poboljšavala, tako je rasla i sposobnost samovozećih vozila da detektiraju okolinu i reagiraju na nju.² Zatim 1986. godine pokrenut je Eureka PROMETHEUS program za europski promet najveće učinkovitosti i sigurnosti. Taj projekt je tada bio najveći istraživačko-razvojni program u povijesti kada je riječ o autonomnim vozilima i povezanim tehnologijama, s ukupnom procjenom troškova od 749 milijuna eura u sadašnjem novcu. Mercedes-Benz je napravio brojne modele automobila bez vozača, a dostigli su vrhunac s rekonstruiranom W140 S-klasom koja je tehnički gotovo u potpunosti sama vozila preko 1678 kilometara od Münchena do Kopenhagena davne 1995. godine. Razvijena uz pomoć Ernsta Dickmanna sa Sveučilišta u Münchenu, autonomna W140 S-klasa koristila je računalni vid, niz mikroprocesora i razne pristupe za reagiranje u stvarnom vremenu na uvjete na cesti i prometu. S obzirom na to da računalna snaga dostupna 1990-ih godina sada može biti jednaka snazi procesora koju imaju današnji pametni telefoni, Mercedes-Benz se morao osloniti na šezdeset mikroprocesora. Mercedes-Benz Vario iz 1980-ih godina nije odabran nasumično, nego iz razloga jer je imao dovoljno prostora za prijevoz svih potrebnih komponenti visokotehnoloških sustava.³ Već spomenuti Ernst Dickmanns ostvario je još jedan uspjeh u Parizu, kada je na dvije limuzine Mercedes 500 SEL ugradio sustav koji kontrolira kotače, gas i kočnice. Rad je rezultirao probnom vožnjom u stvarnom prometu, s vozačem koji je bio spreman preuzeti kontrolu nad vozilom ako je potrebno. Iako je Dickmannsov rad nagovijestio većinu elemenata današnjih modernih samovozećih automobila, njegovi investitori ipak nisu imali povjerenja te su na kraju prekinuli financiranje.

² Rossen, J.: 7 Early Attempts at Self-Driving Cars, 08.05.2020., Mental Floss, <https://www.mentalfloss.com/article/623732/early-attempts-self-driving-cars> (31.5.2024.)

³ Oagana, A.: A short history of Mercedes-Benz autonomous driving technology, autoevolution, 26.01.2016., <https://www.autoevolution.com/news/a-short-history-of-mercedes-benz-autonomous-driving-technology-68148.html> (31.05.2024.)

3. AUTONOMNA VOZILA

Autonomno vozilo koristi tehnologiju da djelomično ili u potpunosti zamijeni ljudskog vozača u upravljanju vozila od polazišta do odredišta uz izbjegavanje opasnosti na cesti, prepoznavanja okoline i reagiranje na prometne uvjete. Takvo vozilo opremljeno je s uređajima za otkrivanje svoje okoline, kao što su radar, laser, GPS te ostalim raznim tehnologijama. Napredni kontrolni i računalni sustavi interpretiraju senzorne informacije kako bi identificirali prometnu traku, prepreke, relevantne znakove, obrađivali prikupljene podatke i donosili odluke o radu vozila, neprestano prilagođavajući upravljanje, brzinu kretanja, ubrzanje i kočenje. Umjetna inteligencija je najbitniji element autonomnog vozila jer ona omogućuje sustavima vozila da donose odluke o tome kako upravljati bez potrebe za posebnim uputama za svaku potencijalnu situaciju s kojom se susreću tijekom vožnje.

3.1 RAZINE AUTONOMIJE

Zajednica automobilskih inženjera (SAE) definira šest razina autonomne vožnje, krećući od od prve tri razine (koje počinju s nulom), gdje je vozač za volanom, ali mu pomažu različita upozorenja ili sigurnosni sustavi. Razine 3 i 4 predstavljaju tehnologiju u kojoj se vozilo samostalno kreće, ali može zahtijevati intervenciju vozača da preuzme upravljanje u nekom trenutku. 5 razina podrazumijeva vozilo za koje nije potreban čovjek za upravljanje i kretanje vozila te je to ujedno i jedina razina na kojoj se vozilo smatra potpuno autonomnim. Kako se razine povećavaju, povećava se opseg neovisnosti automobila bez vozača u pogledu upravljanja vozilom.

I. Razina 0

Vozilom u potpunosti upravlja vozač. Pomoć vozaču pruža se u obliku zvučnog ili vizualnog upozorenja.

II. Razina 1

Vozač u potpunosti upravlja vozilom uz pomoć jedne automatizirane značajke. To može biti u obliku adaptivnog tempomata, kod kojeg se brzina automobila automatski prilagođava vozilu ispred te ga drži na sigurnoj udaljenosti.

III. Razina 2

Kao u razini 1, vozač u potpunosti upravlja vozilom. Međutim, automatizacija u razini 2 uključuje pomoć dviju automatiziranih značajki kao što su ubrzanje i upravljanje.

IV. Razina 3

Najveća razlika primijeti se kod 2. i 3. razine. Pod određenim uvjetima, automatizacija na trećem stupnju omogućuje vozilu da radi autonomno, ali ljudski vozač mora aktivno pratiti uvjete i odmah preuzeti kontrolu nad vozilom kada ga sustav upozori.

V. Razina 4

Vozilo je u potpunosti samostalno unutar nekih granica, ne zahtijeva pažnju ili pomoć ljudskog vozača. Primjer takvih vozila uključuju taksije bez vozača koji rade unutar „geografsko ograđenih“ granica.

VI. Razina 5

Potpuno autonomna vozila koja ne zahtijevaju pomoć vozača ili nadzor i rade bez ograničenja ili uvjeta. Ona će biti omogućena primjenom 5G tehnologije, koja će omogućiti vozilima da komuniciraju ne samo međusobno, već i sa semaforima, znakovima, pa čak i samim cestama.⁴

⁴Cole. R: Autonomous vehicle/ Definition, history & facts, 04.04.2023., <https://www.britannica.com/technology/autonomous-vehicle> (15.06.2024.)

3.2 PREDNOSTI AUTONOMNIH VOZILA

Autonomna tehnologija može pružiti određene prednosti u usporedbi s vozilima kojima upravljaju ljudi. Jedna od bitnijih je ta što takva vozila mogu pružiti veću sigurnost na cesti, s obzirom na to da prometne nesreće uzrokuju mnoge smrti svake godine, potencijalno smanjujući broj žrtava budući da će softver koji koriste vjerojatno manje griješiti u usporedbi s ljudima. Smanjenje broja nesreća utjecat će i na smanjivanje prometnih gužvi, a autonomna vožnja to može postići i uklanjanjem ljudskog faktora koji uzrokuje blokade na cesti, a tu je i umor kao jedan od uzroka nesreća koji bi se izbjegao. Još jedna moguća prednost autonomne vožnje je ta da bi ljudi koji ne mogu voziti, invalidi ili ljudi starije dobi, mogli koristiti autonomne automobile kao praktičnije transportne sustave. Kombinacija smanjenja prometnih gužvi zbog nesreća i potencijalnog smanjenja broja vozila na cesti kada autonomni prijevoz postane prevladavajući pruža obećavajuće ekološke prednosti.⁵ U teoriji, vozila bez vozača bi na kraju značila ukidanje ograničenja brzine te vjerovanje automobilima da prevoze i putuju pri većim brzinama, što bi bila velika prednost i promjena u prometu. Brži dolazak na posao, pojednostavljene rute autobusa, učinkovit prijevoz tereta i hitrija reakcija hitnih službi, također su potencijalne prednosti. Autonomna vozila mogu optimizirati obrasce vožnje, smanjiti vrijeme mirovanja i odabrati rute s najučinkovitijom potrošnjom goriva. Zauzvrat, to može rezultirati smanjenjem potrošnje goriva i smanjenjem emisija stakleničkih plinova. Potpuno autonomna vozila, onakva kakva su stvorili Waymo i Cruise, znače da se ljudi više ne moraju usredotočiti na vožnju. Umjesto toga, ljudi će moći koristiti vrijeme produktivnije. Od čitanja do primjerice rada na računalu, vrijeme provedeno u putovanju u automobilu moglo bi se pozitivno promijeniti.⁶

3.3 NEDOSTACI AUTONOMNIH VOZILA

Komercijalno korištenje autonomnih vozila je i dalje povezano uz mnoge izazove koji variraju od troškova do sigurnosnih problema. Bez obzira na to koliko dobro bilo koja tehnologija radi, nijedna do sada ne oponaša ljudsku misao, logiku ili instinkte za donošenje

⁵ *The Pros and Cons of Self-Driving Cars: What You Need to Know in 2024*, 16.04.2024., <https://autogpt.net/the-pros-and-cons-of-self-driving-cars-what-you-need-to-know-in-2024/>, (27.08.2024.)

⁶ What is an autonomous vehicle?, online, <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-an-autonomous-vehicle> (18.06.2024.)

odluka u djeliću sekunde. Međutim, uklanjanjem ljudskog elementa uklanjaju se smetnje ili emocije koje utječu na upravljanje vozila. Iz tog se razloga takvi automobili smatraju potencijalno sigurnijima jer je tehnologija dizajnirana za sigurno i logično upravljanje vozilom otkrivanjem i reagiranjem na prometne uvjete i rutu koju je programirano slijediti. To otvara pitanje etike. Budući da su autonomni automobili u osnovi roboti programirani da reagiraju na određeni način u određenoj situaciji, oni ne mogu donijeti etičku odluku, na primjer, o izbjegavanju sudara. Treba li automobil poduzeti mjere da spriječi sudar tako da udari osobu ili grupu ljudi? Može se zaključiti da se autonomna vozila uvelike oslanjaju na tehnologiju. Do sada se pokazalo da je tehnologija sklona kvarovima i pogreškama. Ljudi često doživljavaju strojeve kao pouzdane i predvidljive. Međutim, istraživanje je pokazalo da se i vozači i autonomni automobili mogu ponašati nepredvidivo. Ljudi mogu zanemariti pravila kada su u žurbi, možda prolazeći kroz crveno svjetlo iz nestrpljenja, dok automobile bez vozača zbunjuju prometni čunjevi, makadam, pješaci, biciklisti i životinje.⁷

Opsežna primjena autonomnih vozila i autonomnih voznih parkova mogla bi značiti promjenu posla za vozače kamiona, dostavno osoblje i vozače koji dijele prijevoz. Milijuni ljudi trenutno se oslanjaju na te poslove kako bi uzdržavali svoje obitelji. Prijelaz na autonomni prijevoz mogao bi stvoriti velike ekonomske izazove. Autonomna vozila povezana su s internetom, a kao rezultat toga, ranjiva su na kibernetičke napade. Unapređenje sigurnosti ovih vozila je ključno. Bez odgovarajuće sigurnosti protiv takvih napada, autonomna vozila mogla bi doživjeti katastrofalne nesreće i povrede osobnih podataka. Ostali izazovi uključuju vremenske prilike, gdje senzori i oznake na cesti mogu biti zaklonjeni snijegom, susnježicom ili jakim kišom. Sveukupni trošak također ostaje glavna prepreka privatnom vlasništvu nad autonomnim vozilima. Integracija tehnologije autonomne vožnje zahtijeva koordinaciju u različitim područjima, a sama tehnologija nije jeftina. S toliko mnogo dijelova i sustava koji su neophodni za rad autonomnog vozila te uz velike cijenom za takvu tehnologiju, početno ulaganje u takvu vrstu automobila sigurno će biti veliko. Još jedna zanimljiva teorija, koja bi mogla ispasti jedna od bitnijih, je ta što su ljudi još uvijek u neznanju o tome na koje sve načine može takva tehnologija utjecati na nas. Jedna je stvar da se cestama kreće nekoliko automobila bez vozača, ali drukčija je situacija kada se počnu masovno pojavljivati i budu dominantniji od vozila kojima upravljaju osobe.⁸

⁷ Autonomous vehicles pros and cons: A comprehensive analysis, 01.09.2024., <https://www.cybertalk.org/2023/09/01/autonomous-vehicles-pros-and-cons-a-comprehensive-analysis/>, (27.08.2024.)

⁸ Garsten, E.: What are self driving Cars? The technology explained, 23.01.2024, <https://www.forbes.com/sites/technology/article/self-driving-cars/>, (18.06.2024)

4. PAMETNI SENZORI I SUSTAVI U AUTONOMNIM VOZILIMA

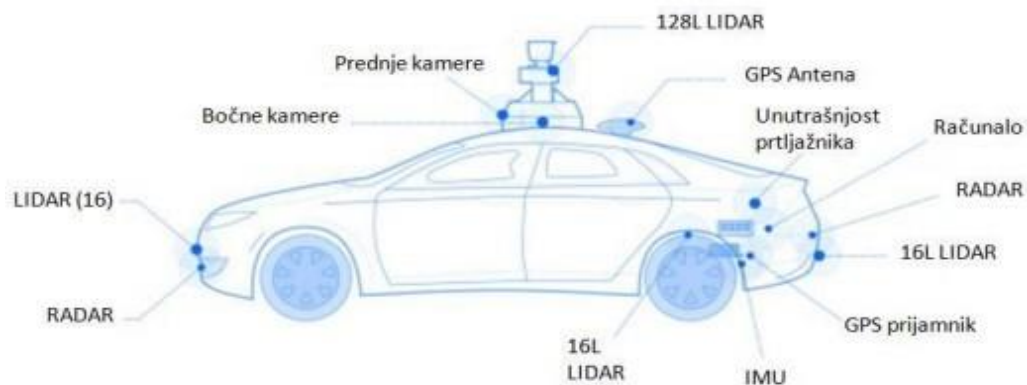
Uspon autonomnih automobila usko je povezan s razvojem pametnih uređaja i sustava koji poboljšavaju njihovu funkcionalnost, sigurnost i korisničko iskustvo. Ova su vozila opremljena nizom međusobno povezanih tehnologija, uključujući napredne senzore, umjetnu inteligenciju i sustave za obradu podataka u stvarnom vremenu, koji im omogućuju navigaciju u složenim okruženjima uz minimalnu ljudsku intervenciju. Pametni uređaji kao što su lidar, radar, kamere i GPS rade u tandemu sa softverom za nadzor okoline, te pridonose donošenju odluka i komunikaciji s drugim vozilima i infrastrukturom. Ova integracija pametnih sustava ne samo da omogućuje autonomnim automobilima da voze, već također mijenja način na koji razmišljamo o prijevozu, nudeći nove razine pogodnosti, sigurnosti i učinkovitosti na cesti.

4.1 PAMETNI SENZORI

1. **LIDAR (Light Detection and Ranging):** To je tehnologija daljinskog očitavanja koja mjeri udaljenost uz pomoć osvijetljavanja mete svjetlosnim snopom i analizira reflektirano svjetlo. Mapira 3D strukturu okoline i lokaciju, a za to koristi laser, ultraljubičasto, vidljivo svjetlo ili infracrveno svjetlo za slikanje objekata. Odašiljač šalje lasersku zraku koja se odbija od zrcala koje se zajedno s cilindričnim kućištem okreće brzinom od 10 okretaja u minuti. Nakon što se odbije od predmeta, laserska zraka se vraća u zrcalo i opet se odbija prema prijemniku, gdje se može prebaciti u podatke. Ovi se podaci unose u računalo koje generira visoku preciznost 3D karte okoliša te po toj karti se vozilo orijentira i izbjegava objekte. Točnost karte je u centimetrima jer je valna duljina svjetlosti koja se koristi vrlo mala i može reflektirati sve vrste površine i male predmete.
2. **RADAR (Radio Detection and Ranging):** Ova oprema može procijeniti međusobnu brzinu objekta i vozila, koristeći elektromagnetske valove. Tijekom mjerenja šalje signal, a zatim čeka povratni signal. Frekvencija poslanog povratnog signala je u slučaju međusobnog kretanja promijenjena, stoga je moguće trenutno izračunati brzinu vozila. Radar u usporedbi s Lidarom koristi veću valnu duljinu i manju energiju signala. Međutim, nije u stanju opisati oblik skeniranog prostora. Također može imati problema s nemetalnim predmetima ili predmetima koji imaju specifičan oblik. Većina radara radi u rasponu od približno

77 GHz, a snop skeniranja je relativno usmjeren. Radar skenira cestu ispred vozila do udaljenosti od približno 200 metara. Neka vozila koriste dva radara s različitim rasponima. Radarski sustavi ugrađeni su na prednji i stražnji branik vozila. Radar otkriva okolno okruženje, a središnje računalo kombinira ovaj rezultat s rezultatom sustava Lidar. Radar sustavi služe za detekciju nadolazećih vozila, njihovu brzinu, druge prepreke, za samostalno parkiranje, detekciju mrtvog kuta, pomoć pri promjeni trake, prilagodljivi tempomat, upozorenje na bočni sudar, upozorenje na poprečni promet itd.

Slika 3. Raspored pametnih senzora u vozilu.



Izvor: Barać, A.: **Sigurnost i pouzdanost autonomnih vozila**, ZIR , 28.04.2021., <https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A2532/datastream/PDF/view> (18.06.2024.)

3. **ULTRAZVUČNI SENZORI:** Montiraju se na različite strane vozila kako bi otkrili objekte vrlo blizu vozila ili da odrede položaj drugih vozila tijekom parkiranja. Ovi senzori pružaju pomoć pri parkiranju, upozorenje za mogućnost sudara, napuštanje trake itd.
4. **VIDEO KAMERE:** Instaliraju se na vrhu prednjeg stakla, u blizini retrovizora i grade 3D slike ceste stvarnom vremenu. Koriste se za otkrivanje semafora, prometnih znakova, neočekivanih stvari poput životinja ili pješaka, itd. Također otkrivaju različite prometne znakove kao što su znakovi "STOP", zebre, ploče sa

znakovima itd. Video kamere također pomažu u prepoznavanju određenih gesti koje drugi senzori ne mogu razumjeti poput mahanja rukom.

5. GPS (Global Positioning System): To je satelitski navigacijski senzor koji pruža trenutnu lokaciju i informacije o vremenu bilo gdje na zemlji gdje postoji neometana linija vidljivosti prema četiri ili više satelita. To je ustvari najbitnija tehnologija što se tiče pozicioniranja, mapiranja i sl., koje neko vozilo koristi dok je na cesti. GPS koristi satelite za prikupljanje informacija o trenutnoj poziciji vozila. GPS drži vozilo na planiranoj ruti s točnošću od 30 centimetara. Korištenjem GPS-a lokacija i izgled područja učitava se u središnje računalo. Uz GPS sustav se koriste i drugi „pomoćni“ sustavi za određivanje cjelokupne pozicije.
6. IMU (Inertial Measurement Unit): Dobiveni podaci iz GPS-a mogu biti još precizniji uz pomoć IMU-a. IMU koristi kombinaciju akcelerometara, žiroskopa i magnetometra. IMU je elektronički uređaj koji mjeri i daje informacije o brzini vozila, orijentaciji, gravitaciji sile itd. IMU pomaže GPS sustavu da radi kada su signali nedostupni kao npr. kada se nalazimo u tunelima, kada su loši vremenski uvjeti ili kada su prisutne elektromagnetske smetnje.
7. ECU (Engine Control Unit): Svi podaci dobiveni iz svakog pojedinog senzora šalju se u središnje računalo, koji te podatke obrađuju velikom brzinom. Centralno računalo je vrlo snažna procesorska jedinica montirana unutar vozila. Uz pomoć visokosofisticiranog softvera donosi traženu odluku i šalje je podatke do elektromehaničkih jedinica poput automatskog upravljanja, gasa i kočionih sustava. Ovo računalo je također povezano s internetom i GPS-om za praćenje i ažuriranje u stvarnom vremenu.⁹

⁹ Ondruš, A., Kolla, E., Vertal, P., Šarić, Ž.: **How do autonomous cars work?**, ResearchGate, 2020., https://www.researchgate.net/publication/340072903_How_Do_Autonomous_Cars_Work (18.06.2024)

4.2 PAMETNI SUSTAVI

Prethodno navedeni pametni senzori sposobni za prikupljanje, analizu i prijenos informacija o okolini, uvelike mijenjaju automobilsku industriju i korisničko iskustvo. Kada se ujedine različiti podaci dobiveni iz senzora formira se precizna slika okoline koja uz snagu i brzinu ECU-a pomaže da ADAS(Advanced driver assistance systems) sustavi uvelike olakšaju vožnju te pomognu vozaču u svakakvim prometnim situacijama.

4.2.1 Autopilot

Autopilot je napredni sustav koji omogućuje kretanje vozila bez ili uz minimalnu pomoć vozača. Autopilot smanjuje ukupno radno opterećenje vozača. Svako vozilo koje je ima mogućnost korištenja autopilota opremljeno je s nekoliko vanjskih kamera i snažnim procesorima kako bi što brže i što bolje obrađivali podatke kako bi vožnja bila sigurnija i preciznija. Važno je napomenuti da većina automobila sadašnjice koja imaju autopilot nisu u potpunosti autonomna, nego je i dalje potrebna prisutnost vozača i njegov nadzor.

Neke od značajki autopilota:

- Navigacija: navodi vozilo od početne točke kretanja(polazište) do odredišta, uključujući pomoć pri promjeni trake, navigaciju na raskršćima, automatsko uključivanje pokazivača smjera, odabir ispravnog izlaza, itd.
- Automatska promjena trake: pomaže u prelasku na susjednu traku na autocesti kada je uključeno automatsko upravljanje.
- Automatsko parkiranje: pomaže u automatskom paralelnom ili okomitom parkiranju vozila.
- Pozivanje s uređajem: Pomiče vozilo iz skućenog parkirnog prostora uz pomoć mobilne aplikacije.
- Kontrola prometnih znakova: prepoznaje znakove i semafore te automatski usporava vozilo do zaustavljanja.¹⁰

¹⁰ Maanyu, K.N.: A Study on Tesla Autopilot, 05.2020.,
https://www.ijSpr.com/citations/v71n1/IJSPR_7101_30573.pdf, (20.06.2024)

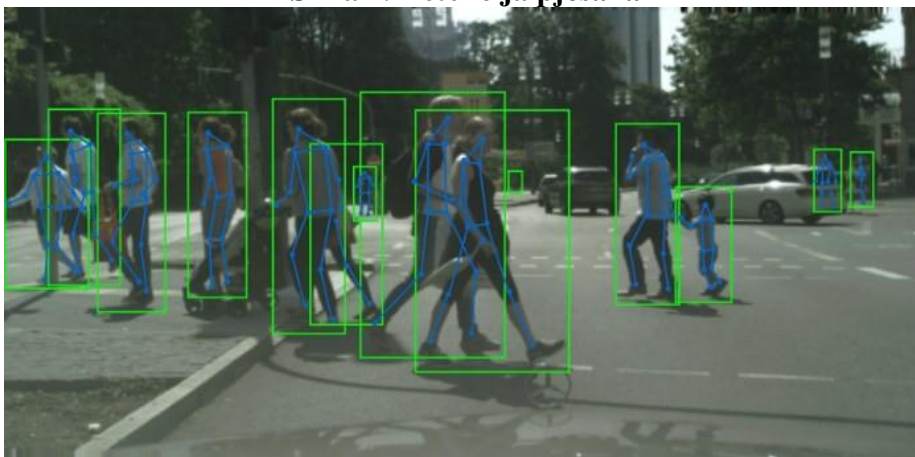
4.2.2. Sustav predviđanja sudara

Kada radar prepozna neposrednu opasnost, aktivira se zvučni i vizualni alarmi koji izdaju upozorenja za vozača te ga potiču na poduzimanje potrebnih mjera da bi se vozilo zaustavilo u što kraćem roku. Kada i ako vozač stigne reagirati na vrijeme tada prilikom pritiska papučice kočnice osigurava se maksimalan tlak u sustavu kočenja. Ako sustav otkrije da samo kočenje vozača neće biti dovoljno za prevenciju sudara, sigurnosni pojasevi se stežu te pripreme vozača na sudar. Kada pričamo o višim razinama autonomnosti, kada vozač nema potpunu kontrolu nad volanom prilikom vožnje, postoje napredni sustavi koji raspoznaju nepomične objekte, pješake i svu okolinu vozila te traže najsigurnije moguće mjesto ili prolaz da bi se vozilo zaustavilo ili izbjeglo sudar.

Sustav za predviđanje sudara se sastoji od računala (procesora), koja primaju podatke iz senzora te ih zatim obrađuju u realnom vremenu uz pomoć naprednih algoritama koji analiziraju situaciju i predviđaju moguće sudare. Senzori su također bitan dio sustava, a oni koriste;

- Radar: Koristi se za mjerenje udaljenosti i brzine objekata ispred vozila.
- Lidar: Koristi laserske zrake za stvaranje 3D slike okoline.
- Kamera: Omogućava vizualno prepoznavanje objekata, prometnih znakova i oznaka na cesti.
- Ultrazvučni senzori: Koriste se za parkirne sustave i detekciju objekata u blizini vozila.

Slika 4. Detekcija pješaka



Izvor: Das, S., Mukherjee, P.S., Bhattacharya, U.: ClueNet: A Deep Framework for Occluded Pedestrian Pose Estimation, 12.2023.,

https://www.researchgate.net/publication/337831088_ClueNet_A_Deep_Framework_for_Occluded_Pedestrian_Pose_Estimation (02.09.2024.)

4.2.3. 5G mreža u vozilima

S razvojem autonomnih vozila, dominirajuća je 4G mreža koja zauzima udio od 95 % na tržištu umreženih vozila. S godinama će se sve više pokušavati ulagati u razvoj što veće razine autonomije vozila, pa će se samim tim povećati zahtjevi koje 4G mreža neće moći zadovoljiti. Zbog toga već danas možemo svjedočiti porastu 5G mreže u autonomnim vozilima koja donosi veću razinu sigurnosti, pouzdanija vozila, bolju komunikaciju između samih vozila kao i bolju povezanost vozila s okolinom. Ipak, sigurnost ostaje najvažniji problem, iako će cestovni promet postati predvidljiviji, sigurnost vozača i pješaka ovisi o percepciji softvera koji upravlja vozilom te vremenu reakcije istog.¹¹ 5G mreža će omogućiti daljinsko upravljanje automobilima ili čak najveći stupanj autonomnosti vozila. To će drastično smanjiti broj nesreća u prometu jer će vozilo moći da se prilagodi situaciji i reagirati u skladu s njom, brže nego što to može čovjek.

5G mreža sigurno će predstavljati i neke izazove;

- Jedan on izazova sigurno će biti infrastruktura, odnosno domet signala do slabije pokrivenih područja. Na podosta područja se danas 5G mreža ne koristi jer je signal slab ili ne postoji.
- Postoji zabrinutost i oko zdravstvenog stanja zbog potencijalnih dugoročnih efekata elektromagnetnih zračenja za ljude, biljke i životinje.
- Na sigurnosne probleme, kada se radi o tehnologiji, uvijek treba obratiti posebnu pozornost kako bi se spriječilo kršenje privatnosti i pokušaji hakiranja. No, uz sve veću povezanost, neovlaštenih pristupa vozilima i infrastrukturi kao i kibernetičkih napada bit će sve više. Uključivanje 5G tehnologije u automobilsku industriju predstavlja i neku vrstu ograničenja u uspostavljanju jakih sigurnosnih mjera i zaštite osjetljivih podataka.¹²

¹¹ Knezović, G.: Standardizacija 5G za umrežena vozila, 11.07.2024., <https://mreza.bug.hr/automobili/standardizacija-5g-za-umrezena-vozila-35471>, (11.07.2024.)

¹² Thakur, A.: Unveiling the Futuristic Trends of 5G Connected Cars in the Automotive Industry, 20.03.2024., https://www.researchgate.net/publication/379083208_Unveiling_the_Futuristic_Trends_of_5G_Connected_Cars_in_the_Automotive_Industry, (11.07.2024)

5. ZAKONSKA I PRAVNA REGULATIVA AUTONOMNIH VOZILA

Sa što većim brojem autonomnih automobila smatra se da će uklanjanjem ljudskog elementa cestovni promet postati bolji jer će biti sigurniji, brži i trošit će manje energije. No zakonska regulativa mora odgovoriti na brojna pitanja koja se javljaju u svim fazama rada autonomnog vozila, od trenutka kreiranja i unosa algoritama za postupanje u etički upitnim situacijama, do pitanja sigurnosti kako bi se spriječila moguća zlouporaba tehnologije u situacijama kada takva vozila već budu u optjecaju.

Sljedeće definicije dane su od strane Uredbe 2019/2144 EU parlamenta i Vijeća 27. 11. 2019. koja navodi:

- „automatizirano vozilo” znači motorno vozilo konstruirano i izrađeno kako bi se kretalo autonomno tijekom određenog razdoblja bez stalnog nadzora vozača, ali u odnosu na koje se intervencija vozača ipak očekuje ili je potrebna;
- „potpuno automatizirano vozilo” znači motorno vozilo koje je konstruirano i izrađeno kako bi se kretalo autonomno bez ikakva nadzora vozača;
- „sustav za praćenje dostupnosti vozača” znači sustav koji procjenjuje je li vozač u stanju preuzeti funkciju vožnje od automatiziranog vozila u određenim situacijama, prema potrebi.¹³

U cijeloj Europskoj uniji pravni okvir za potpuno automatizirana vozila s funkcijama autonomne vožnje dovršen je u srpnju 2022. prilagodbom postojeće uredbe o homologaciji, koja je proširena na potpuno automatizirana vozila. Revidirana verzija stvorit će obvezujući regulatorni okvir koji uključuje potpuno automatiziranu vožnju u redovitom radu. Nova uredba više ne zahtijeva obaveznu upotrebu sigurnosnog vozača za potpuno automatizirane kamione i autobuse razine 4. Međutim, korištenje potpuno automatiziranih vozila u zemljama EU-a u početku će biti ograničeno na pojedinačno odobrene rute. Prvi korak u potpuno automatiziranom prijevozu tereta će se usredotočiti na rješenja u prometu od čvorišta do čvorišta na autocestama i odgovarajućim pristupnim cestama. U nekim zemljama EU pravna situacija je jasna: Postoji kombinacija odgovornosti vozača, vlasnika i proizvođača. Uključujući drugu razinu automatizirane vožnje, osoba za upravljačem odgovorna je za zadatak vožnje i

¹³ Čikeš, T.: Vozila s autonomnim sustavom upravljanja – pravna, etička i sigurnosna pitanja, 20.04.2022., <https://www.iusinfo.hr/aktualno/u-sredistu/vozila-s-autonomnim-sustavom-upravljanja-pravna-eticka-i-sigurnosna-pitanja-50389>, (12.07.2024)

poštivanje prometnih propisa. U SAE razini tri uvjetno automatizirane vožnje, osoba za upravljačem može se okrenuti od zadatka vožnje pod određenim uvjetima dok sustav radi unutar definiranog funkcionalnog raspona. Međutim, osoba nastavlja imati dužnosti na javnim cestama čak i tijekom uvjetno automatizirane vožnje i moraju ponovno preuzeti zadatak vožnje u bilo kojem trenutku ako sustav to od nje zatraži. U slučaju prometne nesreće, ako vozač ne ispuni svoju dužnu brigu i kao posljedicu izazove nesreću, on i vlasnik su odgovorni za nastalu štetu. Osim toga, proizvođač može biti odgovoran za štetu uzrokovanu nedostatkom proizvoda u okviru odgovornosti proizvoda i proizvođača. To se odnosi i na automatizirana i na konvencionalna vozila. Ovakav model odgovornosti nudi uravnoteženu raspodjelu rizika, osigurava žrtvu i pokazao se u praksi. Također predstavlja dobru osnovu za nove sustave i sljedeće korake u automatiziranoj vožnji.¹⁴

5.1 ODGOVORNOST U NESRETNIM SLUČAJEVIMA

Iako bi autonomna vozila trebala omogućiti sigurniju vožnju, još uvijek postoje situacije kada će se dogoditi nesreće. Različiti dionici mogu se smatrati odgovornima, ovisno o razini automatizacije. Na razinama 1 i 2, proizvođač može biti odgovoran samo ako isporuči neispravan sustav koji je doveo do nesreće (npr. netočne informacije prilikom vožnje). U drugim situacijama, odgovornost korisnika će se uzeti u obzir, budući da je većina zadataka vožnje njegova odgovornost i pod njegovom su kontrolom. Na razini 3 većina zadataka vožnje spada pod kontrolu sustava. Stoga je proizvođač odgovoran kada isporuči neispravan sustav koji nije u skladu sa standardima, što na kraju dovodi do nezgode. Proizvođač je također odgovoran kada sustav ne izvrši zadatak. S druge strane korisnik se može smatrati odgovornim za krivu reakciju na upozorenje sustava. Na razinama 4 i 5, svi zadaci vožnje spadaju pod kontrolu sustava, stoga je proizvođač odgovoran kada pruža neispravan sustav koji dovodi do nezgode. Proizvođač se također smatra odgovornim ako sustav ne radi. Na ove dvije razine automatizacije, od korisnika se nužno ne očekuje da intervenira kada autonomni sustav upravlja vozilom. Stoga se korisnik može smatrati odgovornim samo kada on zatraži kontrolu nad vozilom, odnosno preuzme upravljanje nad vozilom ako je to moguće. Međutim, ako je vozilo.

¹⁴ Advanced legal framework in the EU: Driverless through Europe, 2022, Traton, <https://traton.com/en/newsroom/stories/legal-framework-in-the-eu-driverless-through-europe.html>, (13.07.2024)

dizajnirano da osoba nema mogućnost preuzimanje kontrole nad vozilom, što znači da korisnik ne može intervenirati tijekom vožnje, on se ne može smatrati odgovornim.¹⁵

5.2 PRAVILA PRILIKOM TESTIRANJA ADS-A

Proizvođači se oslanjaju na različite vrste simulacija i virtualnih alata za testiranje pouzdanosti i sigurnosti ADS-a (Automated Driving Systems). Ovaj pristup omogućuje rješavanje širokog raspona virtualnih scenarija na vremenski i troškovno učinkovit način kako bi se također procijenilo ponašanje ADS-a u onim situacijama koje bi bile preopasne za testiranje u stvarnom okruženju. S druge strane, proizvođači bi trebali dokazati validaciju korištenih alata i pouzdanost dobivenih rezultata. Uredba ADS-a temeljito se bavi ovom temom, dajući načela za ocjenu vjerodostojnosti. Od proizvođača se očekuje da proizvede priručnik i pošalje ga tijelu za homologaciju zajedno s rezultatima simulacije, kao dokaz usklađenosti s dobivenim ocjenama. Homologacija se sastoji od provjere sigurnosne izvedbe ADS-a fizičkim testiranjem prije uvođenja na tržište. Pristupi ispitivanju su ispitivanja na stazi i javnoj cesti. Testiranje na stazi omogućuje provjeru osnovnih kompetencija ADS-a i njegovog ponašanja u kritičnim situacijama, djelovanjem u kontroliranom okruženju bez opasnosti za druge sudionike u prometu. Nadalje, ispitivanje na stazi omogućuje ponavljanje nebrojeno puta i također može poslužiti za provjeru valjanosti rezultata simulacije. Ispitivanje na javnim cestama predstavlja najbolju opciju za provjeru ponašanja ADS-a uzimajući u obzir složenost prometa u stvarnom životu. Uredba (EU) 2019/2144 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu jedinstvenih postupaka i tehničkih specifikacija za homologaciju tipa sustava za automatiziranu vožnju (ADS) potpuno automatiziranih vozila pokriva i niz testova koji se odnose na najrelevantnije prometne scenarije. Ova ispitivanja moraju potvrditi minimalne zahtjeve za učinkovitost ADS, a rezultate testa potrebno je pravilno dokumentirati i prijaviti. Odredbe o ispitivanju u Uredbi odnose se na testove koji će se koristiti za procjenu performansi ADS-a na ispitnoj stazi (npr. držanje i promjena prometne trake, reakcija na cestovnu infrastrukturu, izbjegavanje sudara, itd.) i ispitivanja na javnoj cesti.¹⁶

¹⁵ Sever, T.: Contissa, G.: Automated driving regulations - where are we now?, vol. 24., ožujak 2024., p. 7, (28.08.2024)

¹⁶ Galassi, M.C., et al : Safety Approval of Automated Vehicles in the EU: Moving Beyond Highway Applications, vol 72., 2023., p. 4396 – 4403, (28.08.2024.)

6. KOMUNIKACIJSKI SUSTAVI V2X

V2X (vehicle to everything) izraz je za komunikacijski sustav automobila, gdje informacije iz senzora i drugih izvora putuju preko veza velike propusnosti, niske latencije i visoke pouzdanosti te grade put prema potpuno autonomnoj vožnji. Postoji nekoliko komponenti V2X, kao što su komunikacija vozilo-vozilo (V2V), vozilo-infrastruktura (V2I), vozilo-pješak (V2P). U ovom višeslojnom sustavu automobili će komunicirati s drugim automobilima, s infrastrukturom kao što su semafori ili parkirna mjesta, s pješacima koji nose pametne telefone i s podatkovnim centrima putem mobilnih mreža. Različiti slučajevi upotrebe imat će različite skupove zahtjeva, koje komunikacijski sustav mora rješavati učinkovito i ekonomično.

Tehnologija V2X nudi brojne prednosti i također se suočava s određenim izazovima dok se nastavlja razvijati i implementirati.

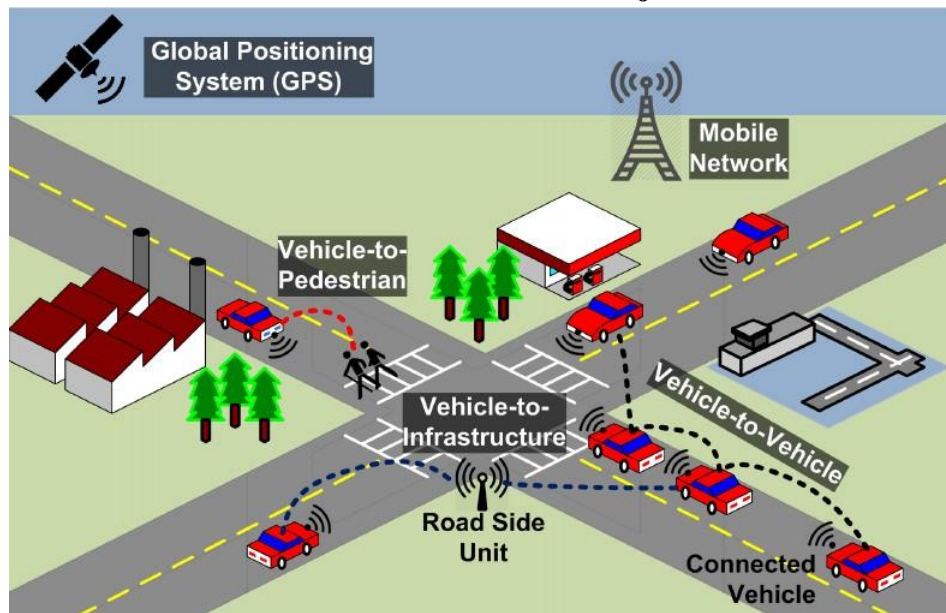
Prednosti:

- Poboljšana sigurnost na cesti: V2X komunikacija može pomoći u sprječavanju nesreća pružanjem informacija u stvarnom vremenu o drugim vozilima, pješacima i uvjetima na cesti. To vozačima omogućuje donošenje odluka na temelju boljih informacija, a također može poboljšati mogućnosti naprednih sustava za pomoć vozaču (ADAS).
- Učinkovitost prometa: Razmjenu informacija s prometnom infrastrukturom i drugim vozilima, V2X može optimizirati protok prometa, smanjiti gužve i poboljšati ukupnu učinkovitost prijevoza. To može rezultirati kraćim vremenima putovanja, smanjenom potrošnjom goriva i smanjenim emisijama.
- Poboljšana percepcija: V2X tehnologija može pružiti vozačima veću svijest o situaciji, upozoravajući ih na potencijalne opasnosti koje bi mogle biti teško vidljive, kao što su vozila u mrtvim kutovima, pješaci u situacijama slabe vidljivosti ili nadolazeće prometne gužve.

Zahtjevi:

- Standardizacija: Jedan od glavnih izazova V2X je nedostatak jedinstvenih standarda za komunikacijske protokole i frekvencije. Rasprave nastaju oko tehnologija koje bi se trebale koristiti za V2X, a postizanje konsenzusa ključno je za široko usvajanje i kompatibilnost.
- Sigurnost i privatnost: Osiguravanje sigurnosti i privatnosti V2X komunikacije je ključno, budući da bi hakeri potencijalno mogli iskoristiti ranjivosti da izazovu nesreće ili ugroze osjetljive podatke. Izdržljivi mehanizmi šifriranja i provjere autentičnosti moraju se implementirati kako bi se V2X sustavi zaštitili od kibernetičkih napada.
- Ulaganje u infrastrukturu: Implementacija V2X tehnologije u velikim razmjerima zahtjeva značajna ulaganja u infrastrukturu, kao što je ažuriranje prometne signalizacije i integracija senzorskih sustava.¹⁷

Slika 5. V2X komunikacije



Izvor: Znaidi, W.: Security of Cooperative Intelligent Transport Systems: Standards, Threats Analysis and Cryptographic Countermeasures, 2015,
https://www.researchgate.net/publication/279765559_Security_of_Cooperative_Intelligent_Transport_Systems_Standards_Threats_Analysis_and_Cryptographic_Countermeasures, (18.07.2024)

¹⁷ What Is V2X and The Future of Vehicle to Everything Connectivity, 02.06.2023, emqx,
<https://www.emqx.com/en/blog/what-is-v2x-and-the-future-of-vehicle-to-everything-connectivity>, (18.07.2024)

6.1 KOMUNIKACIJA IZMEĐU VOZILA (V2V)

V2V omogućuje komunikaciju između vozila na cestama kako bi se smanjio promet, nesreće i povećala sigurnost ljudi. Glavni cilj komunikacije između vozila je stvoriti učinkovit komunikacijski sustav za inteligentne transportne sustave. Napredak tehnologije natjerao je industriju vozila da razvije vozila koja mogu dijeliti informacije u stvarnom vremenu i zaštititi jedni druge od nesreće. Ova tehnologija može otkriti prepreke te upozoriti vozača kroz nekoliko kombinacija različitih vrsta upozorenja, kao što su vizualni, auditivni ili taktilni. Tako se upozorava vozača na bilo kakve potencijalne prijetnje ili čak i sam sustav poduzima radnje da bi spriječio nezgodu. Prema istraživanjima i anketama, 60 % prometnih nesreća se može izbjeći u svijetu ako vozač dobiva poruku upozorenja.

Neke od koristi V2V komunikacije su:

- Ovim sustavom je poboljšano upravljanje prometom, odnosno isti pomaže u smanjenju zagušenja. Službenici koji provode zakon koriste ovu komunikaciju kao alat za praćenje prometa korištenjem podataka u stvarnom vremenu.
- Prometne nesreće svake godine ubiju milijune ljudi, a nesreća je svakim danom sve više. V2X komunikacija u vozilima sprječava nesreće davanjem poruke upozorenja vozačima o prometu i opasnostima.
- Ovakva vrsta komunikacije u vozilima pomoći će optimizirati rute davanjem preciznije lokacije i trošenjem manje vremena na traženje ruta.

Ograničenja V2V komunikacije:

- Sigurnosni sustavi trenutno trebaju ljudsku prisutnost da mogu intervenirati kako bi se mogla izbjeći sigurnost. Ako vozač nije koncentriran na vožnju, može doći do nezgode.
- Ovakvi sustavi pohranjuju podatke o vozilu kao npr. lokaciju, podatke o vozilu, podatke o vozaču koji mogu biti zloupotrijebljeni. Podaci mogu biti korišteni za krađu identiteta i zlouporabu vozila.¹⁸

¹⁸ Tawalbeh, L.: Vehicle to Vehicle (V2V) Communication Protocol: Components, Benefits, Challenges and Safety, 15.02.2021., [https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-\(V2V\)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b](https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-(V2V)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b), (19.07.2024)

6.2 KOMUNIKACIJA IZMEĐU VOZILA I PJEŠAKA (V2P)

Komunikacija V2P uspostavlja izravnu komunikaciju između vozila i pješaka. Ovakva se komunikacija može odnositi i na druge ranjive sudionike u prometu poput biciklista, a provodi izravno se ili korištenjem mrežne infrastrukture. Ova se komunikacija najviše koristi za sigurno razmjenjivanje poruka upozorenja između automobila i pješaka. Bez pametne cestovne infrastrukture (semafori, senzori, kamere) ne može se ostvariti stabilna V2P komunikacija. Takva komunikacija funkcionira putem bežičnih signala, koristeći tehnologije kao što su Wi-Fi, Bluetooth i mobilne mreže. Pješaci s pametnim telefonima ili uređajima opremljenim V2P aplikacijama mogu slati i primati signale do obližnjih vozila opremljenih V2X tehnologijom. To omogućuje razmjenu ključnih sigurnosnih informacija, kao što su brzina, smjer i lokacija, omogućujući objema stranama poduzimanje preventivnih radnji.¹⁹

V2P tehnologija obuhvaća niz značajki dizajniranih za povećanje sigurnosti pješaka, a provodi se preko;

- Mobilnih aplikacija: Aplikacije koje pješaci mogu koristiti kako bi postali vidljivi obližnjim vozilima s V2X mogućnostima.
- Uređaja: Poboļjšani uređaji koji komuniciraju s V2X sustavima kako bi upozorili pješake na nadolazeća vozila.
- Sustava u automobilu: Sustavi vozila koji analiziraju V2P podatke kako bi upozorili vozače o pješacima na njihovom putu, posebno u uvjetima slabe vidljivosti.
- Integracije infrastrukture: V2P je ključna komponenta pametne gradske infrastrukture, integrirajući se s pametnim semaforima i pješačkim prijelazima za upravljanje pješačkim protokom na temelju prometnih uvjeta u stvarnom vremenu.²⁰

¹⁹ Tawalbeh, L.: Vehicle to Vehicle (V2V) Communication Protocol: Components, Benefits, Challenges and Safety, 15.02.2021., [https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-\(V2V\)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b](https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-(V2V)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b) , (19.07.2024)

²⁰ What is Vehicle-to-Pedestrian (V2P)? - Get the answer here, 2023., AutoPi, <https://www.autopi.io/glossary/vehicle-to-pedestrian/> (19.07.2024.)

6.3 KOMUNIKACIJA IZMEĐU VOZILA I INFRASTRUKTURE (V2I)

V2I komunikacijski je sustav između vozila i infrastrukture koji bežično prikuplja podatke o prometu koji pružaju informacije o okolini prilikom vožnje. Trenutno se V2I komunikacija najviše koristi u inteligentnom transportnom sustavu za prikupljanje podataka i izdavanje savjeta korisnicima ceste u stvarnom vremenu o različitim incidentima na cesti: prometne gužve, gradilišta, stanje na cestama, parkirne zone i dr. V2I tehnologija radi primjenjivanjem nekoliko sigurnosnih aplikacija koje su povezane s infrastrukturom. Te aplikacije mogu komunicirati sa svim sudionicima prometa kao što su vozači i pješaci te tako mogu pomoći pri donošenju pravovremenih i ispravnih odluka u prometu. V2I aplikacije primjenjivat će se na infrastrukturu te na postojećim uređajima i prometnim znakovima;

- Znak stop: Upozorenje za vozače kada nije sigurno ući u raskrižje koje ne sadrži semafore.
- Prioritetna vozila: Vozilima javnih službi daje se prednost na jednom ili nizu raskrižja.
- Sigurnosne aplikacije: Sigurnost za pješaka, informacije o oštrim zavojima u automobilu, o neočekivanom prelasku pješaka, prometnim signalima, znakovima za zaustavljanje i opasnim područjima.
- Upozorenja o smanjenoj brzini: Obavijesti za vozače o predloženim brzinama u određenom područjima u određeno vrijeme ovisno o situaciji.²¹

Slika 6. Komunikacija vozila i infrastrukture



Izvor: Schriber, S.: Shaping Smarter Cities: Is Vehicle to Infrastructure (V2I) Data Collection a Near-Term Practical Fleet Management Tool?, 23.06.2017., <https://www.mouser.se/blog/is-vehicle-to-infrastructure-v2i-data-collection-a-near-term-practical-fleet-management-tool>, (20.07.2024.)

²¹ Altujari, M.: An Overview of vehicle-to-infrastructure Communication Technology, 28.05.2020., https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1063&context=arch_crp_theses, (20.07.2024.)

7. RAZVOJ AUTONOMNIH SUSTAVA I VOZILA U BUDUĆNOSTI

Budućnost autonomnih automobila spremna je donijeti značajne promjene u prijevozu, urbanom planiranju i svakodnevnom životu. Kako se tehnologija nastavlja razvijati, široka primjena autonomnih vozila mogla bi dovesti do niza različitih učinaka. Kako autonomna tehnologija bude sazrijevala, vjerojatno će takva vozila postati uobičajeni prizor na cestama diljem svijeta. Poboljšanja u umjetnoj inteligenciji, točnosti senzora i obradi podataka učinit će ova vozila sigurnijima, pouzdanijima i pristupačnijima za prosječnog potrošača. Porast autonomnih automobila mogao bi dovesti do prelaska većeg broja automobila s privatnog vlasništva na zajedničke usluge prijevoza. Tvrtke poput Ubera i Lyfta mogle bi upravljati flotama vozila, nudeći prijevoz koji je jeftiniji i praktičniji od posjedovanja osobnog automobila. Očekuje se da će autonomni automobili drastično smanjiti broj prometnih nesreća uzrokovanih ljudskom pogreškom, zbog toga što umjetna inteligencija donosi precizne odluke temeljene na raznim podacima, a broj poginulih i ozlijeđenih na cestama mogao bi se zbog toga značajno smanjiti. Autonomni automobili mogu komunicirati međusobno i s prometnom infrastrukturom, optimizirajući rute i smanjujući gužve. To bi moglo dovesti do lakšeg protoka prometa, posebno u urbanim područjima. Prilikom kretanja u gradovima, odnosno manevriranja i parkiranja, autonomna vozila mogu ostaviti putnike i parkirati se te bi gradovima moglo biti potrebno manje prostora za parkirališta. To bi moglo osloboditi značajne urbane dijelove za parkove, stanovanje i druge razvoje.²²

7.1 UTJECAJ AUTONOMIJE NA OKOLINU

Porast ovakvih automobila mogao bi dovesti do gubitka radnih mjesta u industrijama kao što su kamionski prijevoz, vožnja taksija i usluge dostave. Međutim, to bi također moglo stvoriti nova radna mjesta u razvoju tehnologije, održavanju i upravljanju infrastrukturom. Autonomna tehnologija mogla bi dovesti do novih industrija i usluga, kao što su autonomna proizvodnja vozila, logistika vođena umjetnom inteligencijom i upravljanje podacima za pametne transportne sustave. Vlade će morati razviti nove propise i konstantno obnavljati iste uvođenjem i radom autonomnih vozila. Pitanja kao što su odgovornost u nezgodama, privatnost podataka i kibernetička sigurnost zahtijevat će pažljivo razmatranje. Programiranje autonomnih

²² Adnan, N.: Exploring the future: A meta – analysis of autonomous vehicle adoption and its impact on urban life and the healthcare sector, vol. 26., srpanj 2024., (28.08.2024.)

automobila uključivat će donošenje odluka u složenim etičkim situacijama, kao što je odabir između sigurnosti putnika i pješaka. Ove će dileme potaknuti tekuće rasprave o moralnim implikacijama donošenja odluka vođenih umjetnom inteligencijom. Autonomni automobili nudit će personalizirana iskustva u automobilu, od zabave do produktivnosti, budući da se putnici više neće morati usredotočiti na vožnju. To bi moglo promijeniti način na koji ljudi koriste vrijeme putovanja. Autonomna vozila vjerojatno će biti ključna komponenta pametnih gradova, gdje su automobili, infrastruktura, pa čak i kućni uređaji međusobno povezani, pružajući urbano iskustvo vođeno pametnom tehnologijom. U dalekoj budućnosti, cijele transportne mreže mogle bi biti potpuno autonomne, čime bi se eliminirala potreba za ljudskim vozačima. To bi moglo dovesti do svijeta u kojem sva vozila međusobno komuniciraju i koordiniraju, stvarajući vrlo učinkovit transportni sustav gotovo bez nezgoda.²³

7.2 POTICANJE SIGURNIJEG, UDOBNIJEG I EKOLOŠKI PRIHVATLJIVIJEG NAČINA PRIJEVOZA

Nova dostignuća po pitanju autonomnih vozila se ostvaruju i upoznaju sa zahtjevima korisnika. Mnoge tvrtke su razvile vlastita vozila bez vozača i otkrile probleme unutar istih. Glavna mana autonomnih vozila je sigurnost jer hakeri još uvijek mogu provaliti u softver autonomnog automobila. Autonomna vozila modernizirala su mobilnost ljudi, što znači da ljudi više ne moraju dolaziti do vozila nego vozilo dolazi do njih i mogu dijeliti prijevoz i tako smanjiti prometne gužve i troškove. Razvijene su aplikacije za pametne telefone radi olakšavanja sustava dijeljenja automobila. Korisnici ove automobile smatraju udobnim i modernim, ali očekuju visoku razinu sigurnosti. Autonomna vozila omogućuju da se primjerice starije osobe, invalidi i ograničene osobe znatno lakše kreću. Nadalje, autonomna vozila smanjuju onečišćenje i ekološki su prihvatljivija. Ona mogu voziti učinkovitije od ljudskih vozača, smanjujući potrošnju goriva i emisije. Ova bi učinkovitost mogla pridonijeti smanjenju ukupnog zagađenja prilikom prijevoza. Mnogi će autonomni automobili vjerojatno će biti električni, dodatno smanjujući emisije i promičući prelazak na održive izvore energije. Predviđa se da će autonomna vozila preuzeti ceste i budućnost su prijevoza. Takva vozila nude udobnost, sigurnost i dobre uvjete vožnje. Pitanje koje se čini posebno relevantnim je sposobnost

²³ Hancock, P.A., Nourbakhsh, I., Stewart, J.: On the future of transportation in an era of automated and autonomous vehicles, 14.01.2019., <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1805770115>, (28.08.2024)

autonomnog vozila da ispravno reagira i protumači situacije i nebrojene složenosti vožnje na istoj razini kao i čovjek, koji može primjereno reagirati kada se nađe u istim situacijama.

Kako autonomna vozila postaju sve češća, ceste i prometni sustavi trebali bi se redizajnirati kako bi bili optimizirani za autonomna vozila, što dovodi do sigurnijeg i učinkovitijeg okruženja putovanja, zbog toga što sama vožnja autonomnih vozila zahtijeva optimalno tehnološko okruženje i infrastrukturu izvan same ceste. Dvije su važne infrastrukturne komponente, pristup internetu i tehnologija mapiranja okoline. Već ranije opisana, tehnološki ključna komponenta autonomnih vozila je njihova sposobnost tumačiti i skenirati svoju okolinu, na koju se oslanja tehnologija detaljnog mapiranja. Autonomni automobili će zahtijevati tehnologiju koja će se na nekoliko načina razlikovati od one koje danas koristimo, odnosno trebat će znati i imati informacije koje im mogu reći primjerice gdje je nogostup u preciznosti od nekoliko milimetara. Također vozila će morati biti konstantno ažurirana sekundu po sekundu s informacijama o zastoju, povećanom prometu i bilo kakvim drugim problemima u prometu.²⁴ Budućnost autonomnih automobila puna je uzbudljivih mogućnosti, ali i izazova koji će zahtijevati pažljivo planiranje i inovacije. Kako ova vozila postaju sve naprednija i integriraju se u naše živote, imaju potencijal preoblikovati način na koji živimo, radimo i krećemo se svijetom.

²⁴ Pisarov, J., Mester, G.: The future of Autonomous Vehicles, 02.12.2024., https://www.researchgate.net/publication/346527331_The_Future_of_Autonomous_Vehicles, (23.07.2024)

8. WAYMO I ZOOX ROBOTAKSIJI

Ideja o Waymu prvi put je započinj 2009. kao projekt autonomnog automobila (Google Self-Driving Car Project). Toyota Prius je bilo prvo vozilo na kojemu su započeti testovi, a cilj je bio odvoziti prvu potpuno autonomnu vožnju s preko 10 neprekinutih ruta od 160 kilometara. Do 2012. dodano je novo vozilo Lexus RX450h u ispitivanja i na njemu je izvršeno mnoštvo testova te je auto prešao preko 480.000 kilometara. Iste godine počeli su testirati svoja vozila na gradskim ulicama. Google je dizajnirao novo vozilo koje je izašlo na ceste 2015. godine, imena Firefly. Ovo vozilo napravljeno je bez upravljača ili pedala te je testirano na javnim cestama u Austinu. U prosincu 2016. Waymo je formiran kao neovisna tvrtka pod Googleovom matičnom tvrtkom Alphabet Inc. Ovaj potez signalizira Googleovu predanost razvoju tehnologije autonomnih vozila i njezinoj budućoj komercijalizaciji. Svojim novim statusom Waymo proširuje svoje operacije i resurse kako bi dodatno ubrzao razvoj tehnologije autonomnih vozila. Waymo je od tada postao vodeća tvrtka za tehnologiju autonomnih vozila usmjerena na razvoj i implementaciju potpuno autonomnih vozila. Detaljno je testiran na javnim cestama i skupio je milijune kilometara. U 2018. Waymo je također pokrenuo prvu potpuno autonomnu uslugu prijevoza u svijetu u Phoenixu. Uz kontinuirani napredak u tehnologiji i partnerstva s automobilskim tvrtkama, Waymo nastavlja oblikovati budućnost prijevoza svojim inovativnim i sigurnim rješenjima za samostalnu vožnju.²⁵

„Waymov pristup dizajniranju i hardvera i softvera od temelja bio je ključan za naš uspjeh i nastavlja se isplatiti dok predstavljamo našu šestu generaciju hardvera. Značajno smo smanjili trošak našeg sustava šeste generacije, istovremeno pružajući još veću rezoluciju, domet, snagu računanja i omogućavajući više mogućnosti. Danas sam uzbuđen što mogu podijeliti više o našem sustavu sljedeće generacije i o tome kako on pomaže u vođenju našeg poslovanja.“²⁶

²⁵ Schwall, M. et al.: Waymo Public Road Safety Performance Data, 2020., https://www.researchgate.net/profile/TrentVictor/publication/345215588_Waymo_Public_Road_Safety_Performance_Data/links/602d0b6d4585158939adc2b1/Waymo-Public-Road-Safety-Performance-Data.pdf, (28.08.2024)

²⁶ Meet the 6th generation driver, 19.08.2024., <https://waymo.com/blog/2024/08/meet-the-6th-generation-waymodriver/#:~:text=Waymo's%20suite%20of%20sensors%20%E2%80%94%20complete,reliability%20and%20for%20unexpected%20weather.>, (29.08.2024.)

8.1 UREĐAJI NA WAYMO AUTOMOBILU

Waymo koristi razne tehnologije i uređaje kako bi svaka vožnja gradom bila što sigurnija, brža i efikasnija. Waymova vozila opremljena su s više lidar senzora koji pružaju pogled od 360 stupnjeva. Ovi senzori su ključni za otkrivanje i mapiranje okoline, prepoznavanje prepreka i prometnih traka. Lidar se koristi za otkrivanje brzine i udaljenosti objekata, posebno u uvjetima u kojima vidljivost može biti lošija, kao što je magla, kiša ili snijeg. Koristi se i za otkrivanje vozila i drugih pokretnih objekata oko automobila. Radar je posebno učinkovit za praćenje putanje vozila u blizini, što pomaže autonomnom sustavu da predvidi njihovo kretanje. Trinaest kamera nalazi se na automobilu te one snimaju slike i videozapise visoke razlučivosti. Ove se slike koriste za identifikaciju oznaka prometnih traka, prometnih znakova, pješaka i drugih vozila. Kamere rade zajedno s lidarom i radarom za tumačenje vizualnog okruženja, osiguravajući da automobil može reagirati sukladno prometnoj situaciji u kojoj se nalazi

Slika 7. Waymo robotaksi



Izvor: Hoeven, E.: I took a ride in a self-driving car and I'm still not sure if I want them on the streets, 27.06.2023., <https://www.sfchronicle.com/opinion/article/self-driving-cars-waymo-18148292.php>, (28.08.2024.)

8.2 WAYMO KAO TAKSI VOZILO I DOSTAVA HRANE

Prilikom naručivanja vožnje putem Waymove aplikacije, unosi se lokacija osobe kojoj je potrebna usluga taksi vožnje te točku iskrcaja i sva usputna stajanja(ako postoje). Aplikacija omogućuje da se odabere točna lokacija na karti za zaustavljanje automobila, naravno samo ako

je sigurno zaustavljanje na toj lokaciji moguće. Kada vozilo stigne, potrebno je preko mobile aplikacije otključati vrata. Jaguar I-Pace marka je vozila od koje se cijela Waymova flota sastoji. Trenutno auto ima četiri sjedala budući da je vozačevo sjedalo zabranjeno. Naljepnice unutar vozila upozoravaju osobe da drže ruke dalje od upravljača. Kad je osoba spremna za vožnju, dužna je započeti istu tako što će putem aplikacije ili putem jednog od triju zaslona, koji se nalaze pokraj upravljača te na sjedalima vozača i suvozača, pokrenuti vožnju. Tijekom putovanja, ovi zasloni prikazuju ono što Waymo detektira i prepoznaje kroz svoje senzore, dajući korisnicima bolji osjećaj povjerenja i sigurnosti u vozilo. Prikazuju pravu sliku okoline, od oznaka prometnih traka i okolnih vozila do pješaka i prometnih znakova. Ono što je najvažnije, Waymo naglašava planiranu putanju zelenom linijom, tako da se njegova ruta može vidjeti unaprijed.²⁷

U travnju 2024. godine Uber i Waymo, u sklopu njihovog partnerstva iz 2023. godine, pokrenuli su novu funkciju koja omogućuje korisnicima da putem aplikacije naručuju dostavu hrane. Prilikom slanja narudžbe putem mobilnog uređaja, korisnici Uber Eatsa primit će upit u aplikaciji koji će mu dati opciju da odabere između dostave putem autonomnog vozila ili putem kurira. Nakon što predaju narudžbu, bit će obaviješteni ako su uspješno izvršili narudžbu. Kada vozilo stigne, kupcima će biti potreban njihov mobilni uređaj na kojemu će, preko aplikacije, dobiti upute kako da otvore vrata vozila i preuzmu svoju narudžbu.²⁸

8.3 ZOOX ROBOTAKSI

Jesse Levinson i Tim Kentely-Klay osnovali su Zoox 2014. godine. Njihov prvi projekt VH1 izgrađen je i testiran 2015. godine, a prva vožnja bila je u Kaliforniji. Iste godine počinje i razvoj VH2, drugog po redu projekta od strane Zooxa. U 2020. godini tvrtka Amazon kupuje Zoox, a ta investicija usmjerena je u daljnji razvoj autonomne vožnje.

Autonomno vozilo Zoox nema prednja sjedala niti stražnja sjedala. Kockasti oblik vozila povećava unutarnji prostor, pružajući udobno sjedenje za četiri putnika koji sjede jedan nasuprot drugome. Ovakav raspored sjedala ne samo da potiče društveno okruženje, već i

²⁷ Khorravian, J.: I Got Early Access to Waymos Self-Driving Taxis. Here is what I learned, 13.02.2024., <https://yucommentator.org/2024/02/i-got-early-access-to-waymos-self-driving-taxis-here-is-what-i-learned/>, (29.08.2024.)

²⁸ Phoenix residents can now experience Uber Eats delivery with Waymo Driver, waymo.com, 03.04.2024., <https://waymo.com/blog/2024/04/phoenix-residents-can-now-experience-uber-eats-delivery-with-the-waymo>, (29.08.2024.)

povećava sigurnost ravnomjernom raspodjelom sila u slučaju sudara. Bez upravljača, vozačevog sjedala ili zaslona dodatno se naglašava potpuna autonomnost vozila, oslobađajući dodatni prostor za putnike. Klizna vrata koja se otvaraju s pomoću ekrana osjetljivim na dodir omogućuju ulazak u vozilo. Unutar vozila nalazi se mjesto namijenjeno punjenju mobilnog uređaja, a informacije o vožnji poput lokacije, rute i vremenu dolaska, prikazane su na zaslonu. Zoox robotaksi dizajniran je za vožnju do maksimalne brzine od 120 km/h. Prilikom parkiranja, pojednostavljeno je manevriranje budući da je auto simetričan, odnosno ono što se smatra njegovim stražnjim dijelom, nakon odlaska u drugom smjeru, postaje prednji dio. Također, sva četiri kotača mogu se okretati na Zooxovom automobilu. Ova inovacija omogućuje vozilu bolju navigaciju u uskim prostorima i smanjuje potrebu za složenijim okretanjima.²⁹

Za razliku od mnogih projekata autonomnih vozila koji modificiraju postojeće automobile kako bi integrirali autonomnu tehnologiju, Zoox je dizajnirao svoj robotaksi od nule. Ovaj pristup omogućuje da se vozilo unaprijed optimizira za autonomnu tehnologiju što daje prednost nad drugim tvrtkama koje koriste postojeće automobile. Vozilo koristi kombinaciju kamera, radara i lidar senzora za stvaranje detaljnog prikaza okoline. Korištenje takvih senzora omogućuje robotaksiju da precizno detektira i reagira na pješake, bicikliste i druga vozila. Umjetna inteligencija obrađuje ogromne količine podataka u stvarnom vremenu, donoseći odluke o brzini, smjeru i kočenju daleko većom brzinom i preciznošću nego što bi to mogao vozač. Zoox je također razvio baterije koje mu omogućuju vrijeme rada od dvadeset četiri sata, samnjujući potrebu za čestim punjenjem.

Implementacija Zooxovog robotaksija mogla bi ponuditi brojne prednosti, osobito u gradskim područjima. Električni pogon pridonosi globalnim naporima pri smanjenju emisija stakleničkih plinova. Zamjenom tradicionalnih vozila s motorom s unutarnjim izgaranjem, gradovi bi mogli doživjeti značajno smanjenje onečišćenja zraka. Ljudska pogreška vodeći je uzrok prometnih nesreća, ali autonomna vozila poput Zooxa, mogla bi dramatično smanjiti vjerojatnost sudara. Također, sposobnost robotaksija da radi kontinuirano bez umora mogla bi dovesti do učinkovitijeg protoka prometa, smanjujući prometne gužve. Unatoč svom potencijalu, Zoox se suočava s nekoliko izazova, kao i drugi proizvođači autonomnih robotaksija. Jedna od primarnih briga su zakoni i pravno odobrenje. Autonomna vozila djeluju u složenom pravnom dijelu, s propisima koji se uvelike razlikuju među zemljama.³⁰

²⁹ Zoox, <https://zoox.com/>, (02.09.2024.)

³⁰ Cano, R.: The next wave of robotaxis is driving outside of S.F., 20.07.2024., <https://www.sfchronicle.com/bayarea/article/sf-robotaxis-zoox-amazon-19549968.php>, (02.09.2024)

9. ZAKLJUČAK

Ulaganja u razvoj autonomnih vozila postaju sve veća, a razlog tome je prvenstveno smanjenje broja nesreća kao i ispušnih plinova te poboljšanje prometnog toka. Samim tim zanimljivo će biti pratiti razvoj samih vozila, ali naravno i infrastrukture te unaprjeđenje samih gradova koje će biti neophodno. Neke od najizazovnijih pitanja s kojima se proizvođači suočavaju su legalna, a ne tehnološka. Pravna radnja može negativno utjecati na razvoj proizvođača u dva načina: čineći ga skupljim i resursno zahtjevnim za proizvođače da implementiraju tehnologiju te ograničavanjem određenih funkcionalnosti tehnologija autonomnih vozila i time smanjujući vrijednost za potrošače. Tehnologija na kojoj se temelje autonomna vozila razvija se i spremna je za velika dostignuća. Velike automobilske tvrtke i programeri softvera značajno su napredovali u navigaciji, izbjegavanju sudara i modeliranju ulica. Kako komercijalizacija jača tako se sve više društvena i etička razmatranja i pitanja uzimaju u obzir. Na primjer, ako se automobil suočava s ishodom između udaranja jednog djeteta ili grupe od 10 djece, kako bi to vozilo trebalo postupiti? Može se zamisliti širok izbor etičkih pitanja koja se pojavljuju, a dizajneri i programeri softvera moraju odlučiti kako se s njima nositi. Osim toga, posljedica će biti i za radnu snagu. Na primjeru tvrtke Uber koja ima preko milijun vozača na cesti, postupno uvođenje autonomnih vozila vjerojatno će značiti da će sve više vozača gubiti posao. Naučiti kako upravljati ovim ekonomskim i društvenim posljedicama veliki je izazov s kojim se svijet suočava.

Pametni senzori temeljna su točka autonomnih vozila, omogućujući im opažanje i interakciju s okolinom s visokom preciznošću i pouzdanošću. Ovi senzori, uključujući lidar, radar, kamere i ultrazvučne uređaje, rade zajedno kako bi pružili detaljan prikaz okoline vozila, omogućujući sigurnu navigaciju i donošenje odluka. Integracija ovih tehnologija ne samo da unapređuje mogućnosti autonomnih vozila, već također postavlja nove standarde za sigurnost, učinkovitost i praktičnost u prijevozu. Kako se pametni senzori nastavljaju razvijati, imat će sve kritičniju i važniju ulogu u oblikovanju budućnosti mobilnosti, čineći autonomnu vožnju održivim rješenjem za izazove modernog prijevoza.

Razine autonomije u vozilima predstavljaju progresivan raspon tehnološkog napretka, od osnovnih značajki pomoći vozaču do potpuno autonomne vožnje. Ove razine, definirane od strane Društva automobilskih inženjera (SAE), kreću se od razine 0 (bez automatizacije) do razine 5 (potpuna automatizacija). Kako se razine povećavaju, vozilo preuzima sve više odgovornosti za vožnju, s krajnjim ciljem autonomne razine 5, gdje nije potrebna ljudska

intervencija ni u jednom trenutku. Razumijevanje ovih razina ključno je za shvaćanje trenutnog stanja i budućeg potencijala autonomnih vozila. Dok mnoga moderna vozila imaju razvijen sustav na razini 2 ili 3, gdje mogu obavljati određene zadatke vožnje, ali još uvijek zahtijevaju ljudski nadzor, industrija aktivno radi na postizanju viših razina autonomnosti. Vozila razine 4 i razine 5 obećavaju revoluciju u prijevozu povećanjem sigurnosti, učinkovitosti i širenjem pristupa mobilnosti. Međutim, svaka razina donosi jedinstvene izazove, uključujući tehnološke prepreke, regulatorna razmatranja i društveno prihvaćanje. Putovanje prema potpunoj autonomiji vjerojatno će biti postupno, s postupnim napretkom u senzorskoj tehnologiji, umjetnoj inteligenciji i infrastrukturi. Kako ove tehnologije budu sazrijevale, očekuju se velike promjene na način na koji se krećemo, što će u konačnici dovesti do budućnosti u kojoj će vozila biti sposobna potpuno samostalno i sigurno upravljati složenijim prometom.

Implementacija i razvijanje tehnologije autonomne vožnje predstavlja značajne izazove i prilike za pravne okvire diljem svijeta te je uspostavljanje kompletnog pravnog okvira za autonomnu vožnju ključno za uspješnu i sigurnu integraciju takvih vozila u društvo. Kako ova tehnologija napreduje, pravni akti i propisi moraju se razvijati kako bi se osigurala sigurnost, odgovornost i pravednost na cestama. Učinkoviti pravni okviri za autonomnu vožnju trebali bi se baviti ključnim pitanjima kao što su odgovornost u slučaju nesreća, kibernetička sigurnost, privatnost podataka i etičko donošenje odluka putem umjetne inteligencije. Takav bi pravni okvir trebao osigurati da će autonomna vozila voziti sigurno unutar postojećih prometnih sustava, zaštititi će javne interese i poticati inovacije u automobilske industriji. Također bi trebali promicati inovacije pružanjem jasnih smjernica koje potiču tehnološki napredak uz zaštitu sigurnosti. Uspješna integracija autonomnih vozila u društvo ovisi o pravnim aktovima koji balansiraju tehnološki napredak sa zaštitom ljudskih prava i sigurnosti, a stvaranjem jasnih i dosljednih propisa, Vlade mogu olakšati usvajanje autonomne vožnje, što dovodi do poboljšane sigurnosti na cestama, veće mobilnosti i učinkovitijeg sustava prijevoza za sve.

Razvoj autonomne vožnje u budućnosti trebao bi se usredotočiti na nekoliko ključnih područja kako bi se osigurala sigurnost i pouzdanost tehnologije te korisnost iste za društvo. Kontinuirano poboljšanje umjetne inteligencije ključno je za omogućavanje autonomnim vozilima da upravljaju složenim i nepredvidivim scenarijima vožnje. Ovi sustavi moraju moći učiti iz podataka iz stvarnog svijeta i poboljšavati se tijekom vremena. Tehnologija autonomne vožnje trebala bi proći opsežna testiranja u različitim okruženjima, uključujući različite vremenske uvjete, prometne obrasce i geografska područja. To će pomoći osigurati da vozila mogu sigurno raditi u svim okolnostima. Vlade i regulatorna tijela trebaju razviti jasne i dosljedne zakone koji reguliraju korištenje autonomnih vozila. Ti bi se zakoni trebali baviti

pitanjima kao što su odgovornost, sigurnosni standardi i privatnost podataka. Razvoj globalnih standarda za autonomnu vožnju bit će ključan za olakšavanje prekograničnog putovanja i globalnog usvajanja autonomne tehnologije. Međunarodna suradnja pomoći će u usklađivanju propisa i promicanju inovacija. Sustavi autonomne vožnje moraju biti dizajnirani imajući na umu etička razmatranja, posebno u scenarijima u kojima vozilo mora donositi teške odluke koje uključuju sigurnost putnika i drugih na cesti. Ključna stvar bit će izgradnja povjerenja javnosti u autonomna vozila. Transparentna komunikacija o sigurnosti, prednostima i ograničenjima tehnologije pomoći će u povećanju prihvaćanja i usvajanja.

Razvojem pametne infrastrukture, kao što su povezani semafori, pametne ceste i komunikacijske mreže, poboljšat će se mogućnosti autonomnih vozila. Ova infrastruktura može pružiti podatke u stvarnom vremenu za optimizaciju ruta, poboljšanje protoka prometa i povećanje sigurnosti. Autonomna vozila trebaju biti opremljena V2X tehnologijom, koja im omogućuje komunikaciju s drugim vozilima, infrastrukturom i pješacima. To će omogućiti koordiniranu i sigurniju interakciju na cesti.

Budućnost autonomne vožnje trebala bi se uskladiti s pomakom prema električnoj mobilnosti. Dizajniranje vozila na električni pogon doprinijet će smanjenju emisija i promicanju održivog prijevoza. Autonomna vozila trebala bi biti dizajnirana imajući na umu energetska učinkovitost, koristeći lagane materijale i napredne tehnologije baterija kako bi se smanjio njihov utjecaj na okoliš. Dizajn autonomnih vozila bi biti prilagođen širokom rasponu korisnika, uključujući starije osobe, osobe s invaliditetom i one koji ne mogu voziti. To će prijevoz učiniti dostupnijim i jednostavnijim. Kako tehnologija napreduje, potrebno je uložiti napore kako bi se osiguralo da autonomna vožnja bude pristupačna široj javnosti, a ne samo dostupna imućnim korisnicima.

Porast autonomne vožnje može poremetiti određene industrije, poput prijevoza kamiona i taksi usluga. Vlade i tvrtke trebale bi razviti programe koji će pomoći radnicima da pređu na nove uloge u gospodarstvu koje se razvija. Također, autonomna vožnja vjerojatno će dovesti do stvaranja novih poslovnih modela, kao što su zajedničke usluge prijevoza, autonomna logistika i usluge temeljene na podacima. Tvrtke bi trebale uvesti inovacije u tim područjima kako bi maksimalno iskoristile prednosti takve tehnologije. Suradnja između automobilske tvrtke, tehnoloških tvrtki i Vlade bit će ključna za nastavak razvoja autonomne vožnje. Dijeljenje znanja i resursa može ubrzati inovacije i odgovoriti na zajedničke izazove. Stalno ulaganje u istraživanje i razvoj ključno je za daljnji napredak tehnologije, poboljšanje sigurnosti i istraživanje novih mogućnosti autonomnih vozila. Kako bi autonomna vožnja dosegla svoj puni potencijal, razvojni napori moraju biti usmjereni na sigurnost, pravne regulacije, etička

razmatranja, infrastrukturu, održivost, pristupačnost i ekonomski učinak. Baveći se tim područjima, budućnost autonomne vožnje može dovesti do sigurnijih cesta, učinkovitijih prometnih sustava te održivijeg društva.

Ukratko, iako autonomna vozila imaju potencijal značajno promijeniti budućnost prijevoza, ostvarenje njihovog punog potencijala zahtijevat će stalne inovacije, snažnu regulatornu potporu i suradnju proizvođača, kreatora, politike i javnosti. Kako se ovi izazovi rješavaju, autonomna vozila će vjerojatno imati središnju ulogu u oblikovanju sigurnijeg, učinkovitijeg i održivijeg transportnog i prometnog sustava.

LITERATURA

1. Zaro, D.: Autonomna vozila u logistici, Rijeka, 2023.,
<https://zir.nsk.hr/islandora/object/pfri%3A3719/datastream/PDF/view> (27.05.2024.)
2. Rossen, J.: 7 Early Attempts at Self-Driving Cars, 08.05.2020.,
<https://www.mentalfloss.com/article/623732/early-attempts-self-driving-cars> (31.5.2024.)
3. Oagana, A.: A short history of Mercedes-Benz autonomous driving technology, 26.01.2016.,
<https://www.autoevolution.com/news/a-short-history-of-mercedes-benz-autonomous-driving-technology-68148.html> (31.05.2024.)
4. Cole, R.: Autonomous vehicle/ Definition, history & facts, 04.04.2023.,
<https://www.britannica.com/technology/autonomous-vehicle> (15.06.2024.)
5. The Pros and Cons of Self-Driving Cars: What You Need to Know in 2024, 16.04.2024.,
<https://autogpt.net/the-pros-and-cons-of-self-driving-cars-what-you-need-to-know-in-2024/>,
(27.08.2024.)
6. What is an autonomous vehicle?, online, <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-an-autonomous-vehicle> (18.06.2024.)
7. Autonomous vehicles pros and cons: A comprehensive analysis, 01.09.2024.,
<https://www.cybertalk.org/2023/09/01/autonomous-vehicles-pros-and-cons-a-comprehensive-analysis/>, (27.08.2024.)
8. Garsten, E.: What are self-driving cars? The technology explained, 23.01.2024,
<https://www.forbes.com/sites/technology/article/self-driving-cars/>, (18.06.2024)
9. Ondruš, A., Kolla, E., Vertal, P., Šarić, Ž.: How do autonomous cars work?, 2020.,
https://www.researchgate.net/publication/340072903_How_Do_Autonomous_Cars_Work
(18.06.2024)
10. Maanyu, K.N.: A Study on Tesla Autopilot, 05.2020.,
https://www.ijsspr.com/citations/v71n1/IJSSPR_7101_30573.pdf, (20.06.2024)

11. Knezović, G.: Standardizacija 5G za umrežena vozila, 11.07.2024.,
<https://mreza.bug.hr/automobili/standardizacija-5g-za-umrezena-vozila-35471>, (11.07.2024.)
12. Thakur, A.: Unveiling the Futuristic Trends of 5G Connected Cars in the Automotive Industry, 20.03.2024.,
[https://www.researchgate.net/publication/379083208 Unveiling the Futuristic Trends of 5 G Connected Cars in the Automotive Industry](https://www.researchgate.net/publication/379083208_Unveiling_the_Futuristic_Trends_of_5_G_Connected_Cars_in_the_Automotive_Industry), (11.07.2024)
13. Čikeš, T.: Vozila s autonomnim sustavom upravljanja – pravna, etička i sigurnosna pitanja, 20.04.2022., <https://www.iusinfo.hr/aktualno/u-sredistu/vozila-s-autonomnim-sustavom-upravljanja-pravna-eticka-i-sigurnosna-pitanja-50389> , (12.07.2024)
14. Advanced legal framework in the EU: Driverless through Europe, 2022, Traton,
<https://traton.com/en/newsroom/stories/legal-framework-in-the-eu-driverless-through-europe.html> , (13.07.2024)
15. Sever, T.: Contissa, G.: Automated driving regulations - where are we now?, vol. 24., ožujak 2024., p. 7, (28.08.2024)
16. Galassi, M.C., et al : Safety Approval of Automated Vehicles in the EU: Moving Beyond Highway Applications, vol 72., 2023., p. 4396 – 4403, (28.08.2024.)
17. What Is V2X and The Future of Vehicle to Everything Connectivity, 02.06.2023, emqx,
<https://www.emqx.com/en/blog/what-is-v2x-and-the-future-of-vehicle-to-everything-connectivity>, (18.07.2024)
18. Tawalbeh, L.: Vehicle to Vehicle (V2V) Communication Protocol: Components, Benefits, Challenges and Safety, 15.02.2021., [https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-\(V2V\)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b](https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-(V2V)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b) , (19.07.2024)
19. Tawalbeh, L.: Vehicle to Vehicle (V2V) Communication Protocol: Components, Benefits, Challenges and Safety, 15.02.2021., [https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-\(V2V\)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b](https://www.semanticscholar.org/paper/Vehicle-to-Vehicle-(V2V)-Communication-Protocol%3A-Daddanala-Mannava/3a9744a8f4077159ed155bae1881a37eb935391b) , (19.07.2024)

20. What is Vehicle-to-Pedestrian (V2P)? - Get the answer here, 2023., AutoPi,
<https://www.autopi.io/glossary/vehicle-to-pedestrian/> (19.07.2024.)
21. Altujari, M.: An Overview of vehicle-to-infrastructure Communication Technology,
28.05.2020.,https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1063&context=arch_crp_theses, (20.07.2024.)
22. Adnan, N.: Exploring the future: A meta – analysis of autonomous vehicle adoption and its impact on urban life and the healthcare sector, vol. 26., srpanj 2024., (28.08.2024.)
23. Hancock, P.A., Nourbakhsh, I., Stewart, J.: On the future of transportation in an era of automated and autonomous vehicles, 14.01.2019.,
<https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1805770115>, (28.08.2024)
24. Pisarov, J., Mester, G.: The future of Autonomous Vehicles, 02.12.2024.,
https://www.researchgate.net/publication/346527331_The_Future_of_Autonomous_Vehicles, (23.07.2024)
25. Schwall, M. et al.: Waymo Public Road Safety Performance Data, 2020.,
https://www.researchgate.net/profile/TrentVictor/publication/345215588_Waymo_Public_Road_Safety_Performance_Data/links/602d0b6d4585158939adc2b1/Waymo-Public-Road-Safety-Performance-Data.pdf, (28.08.2024)
26. Meet the 6th generation driver, 19.08.2024., <https://waymo.com/blog/2024/08/meet-the-6th-generationwaymodriver/#:~:text=Waymo's%20suite%20of%20sensors%20%E2%80%94%20complete,reliability%20and%20for%20unexpected%20weather.>, (29.08.2024.)
27. Khorramian, J.: I Got Early Access to Waymos Self-Driving Taxis. Here is what I learned, 13.02.2024.,<https://yucommentator.org/2024/02/i-got-early-access-to-waymos-self-driving-taxis-here-is-what-i-learned/>, (29.08.2024.)
28. Phoenix residents can now experience Uber Eats delivery with Waymo Driver, waymo.com, 03.04.2024., <https://waymo.com/blog/2024/04/phoenix-residents-can-now-experience-uber-eats-delivery-with-the-waymo>, (29.08.2024.)
29. Zoox, <https://zoox.com/>, (02.09.2024.)

30. Cano, R.: The next wave of robotaxis is driving outside of S.F. They're unlike anything you've experienced, 20.07.2024., <https://www.sfchronicle.com/bayarea/article/sf-robotaxis-zoox-amazon-19549968.php>, (02.09.2024)

KAZALO KRATICA

Kratice	Puni naziv na stranom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
GHZ	Gigahertz	Gigaherc
GPS	Global Positioning System	Globalni sustav pozicioniranja
IMU	Inertial Measurement Unit	Međunarodna mjerna jedinica
ITU	The International Telecommunication Union	Međunarodna telekomunikacijska jedinica
IoT	Internet of Things	Internet stvari
LIDAR	Light Detection and Ranging	Detekcija svjetlosti i domet
RADAR	Radio Detection And Ranging	Radio detekcija i domet
SAE	Society of Automotive Engineers	Društvo automobilskih inženjera
ADS	Automated Driving Systems	Sustavi automatizirane vožnje

POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Prvo autonomno vozilo „Chandler“</i>	3
<i>Slika 2. Kako se 1950-ih zamišljalo autonomno vozilo</i>	4
<i>Slika 3. Raspored sustava na vozilu.</i>	11
<i>Slika 4. Detekcija pješaka</i>	14
<i>Slika 5. V2X komunikacije</i>	20
<i>Slika 6. Komunikacija vozila i infrastrukture</i>	23
<i>Slika 7. Waymo robotaksi</i>	28

